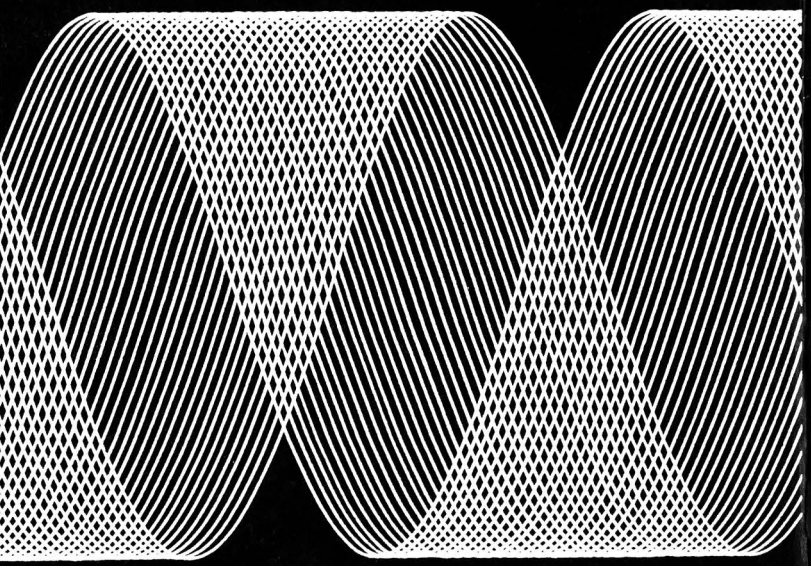
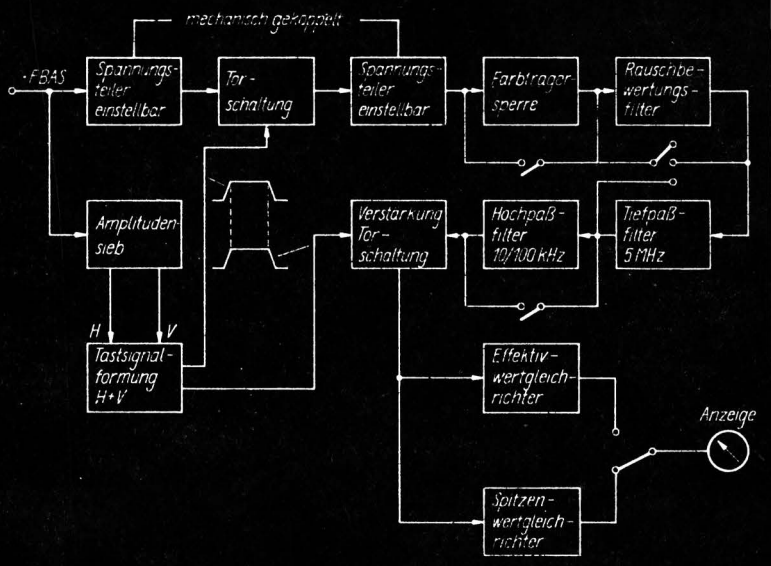
amateurreihe

electronica





A. Geyer
R. Schultze

178

Magnetische Bildspeichertechnik Teil II

LEER

electronica · Band 178

ARMIN GEYER · ROLF SCHULTZE

Magnetische Bildspeichertechnik Teil 2

MILITÄRVERLAG
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN
REPUBLIK

1. Auflage, 1979, 1.—20. Tausend
© Militärverlag
der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) — Berlin, 1979
Cheflektorat Militärliteratur
Lizenz-Nr. 5 · LSV: 3539
Lektor: Dipl.-Phys. Hans-Joachim Mönig
Zeichnungen: Karin Lehnigk
Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Michael Haase
Vorauskorrektur: Gertraut Purfürst · Korrektor: Jürgen Kühl
Printed in the German Democratic Republic
Gesamtherstellung: Druckerei Märkische Volksstimme Potsdam
Redaktionsschluß: 20. August 1979
Bestellnummer: 746 197 1
DDR 1,90 M

Inhaltsverzeichnis

6.	**Meßtechnik**	4
6.1.	Meßgeräte	4
6.2.	Messungen im Speicherkanal	23
6.2.1.	Messungen im frequenzmodulierten Kanal	25
6.2.2.	Messungen im FBAS-Kanal	49
6.3.	Messungen im Servoteil	63
6.4.	Mechanische Überprüfungen	65
7.	**Anwendungstechnik**	68
7.1.	Das magnetische Videosystem und seine Verschaltung	68
7.2.	Selbstbau von peripheren Zusatzgeräten	72
7.3.	Bedienungshinweise	94
8.	**Standards, Standardempfehlungen**	103
9.	**Literaturverzeichnis**	105

6. Meßtechnik

6.1. Meßgeräte

Die notwendigen Meßgeräte zum Abgleich und für die Wartung der Fernsehbandgeräte lassen sich in Signalgeber, Signalauswerteeinrichtungen und sonstige Hilfsgeräte unterteilen. Je nach Arbeitsbereich, z. B. Entwicklungslabor, Prüffeld in der Fertigung oder Reparaturwerkstatt, sind unterschiedlich hohe Anforderungen an die technischen Daten zu stellen.

Im Entwicklungslabor müssen besonders hochwertige Meßgeräte vorhanden sein, die sich selbstverständlich auch im Preis wesentlich von einfacheren Service-Meßgeräten unterscheiden.

Für Aufgaben im Prüffeld werden häufig komplexe Prüfplätze aufgebaut bzw. auch kombinierte Meßgeräte mit Signalgeber- und Signalauswerteeinrichtungen eingesetzt. Derartig kombinierte Meßgeräte werden auch in Fernsehsendeeinrichtungen verwendet.

Für eine Reparaturwerkstatt gelten andere Gesichtspunkte. Die dort zu verwendenden Meßgeräte müssen nicht die Genauigkeit von teuren Labormeßgeräten haben. Diese Meßgeräte sollen vor allem einfach zu bedienen sein und stabil und zuverlässig arbeiten. Da Reparaturen auch außerhalb der Werkstatt auszuführen sind, werden kleine Geräte mit geringem Gewicht bevorzugt. Für Reparaturwerkstätten spielt für die Anschaffung von Meßgeräten der Preis eine sehr große Rolle, da sich nur wenige, ausgewählte Werkstätten Meßgeräte der mittleren Preisklasse anschaffen können. Für den Fernsehbandgerätesektor gelten damit die gleichen Gesichtspunkte wie für die Farbfernsehgeräte, d. h., es werden in Zukunft nur ausgewählte Werkstätten den Service übernehmen. Im folgenden wird ein Überblick über diese Meßgeräte gegeben.

Zu den *Signalgebern* zählen die Generatoren für vollständige BAS- bzw. FBAS-Signale mit bzw. ohne zusätzlichen VHF- bzw. UHF-Signalausgang, Fernsehkameras mit FBAS-, BAS- und HF-Modulationsausgang und die Generatoren für Sinus- und Impulssignale.

Elektronische Testbildgeber

Für den Abgleich und für die Wartung der Fernsehbandgeräte soll der elektronische Testbildgeber möglichst die im Abschnitt 2.2. und Abschnitt 2.3. genannten Meßsignale (Bilder 2.3 bis 2.6) liefern. Vorteilhaft sind zusätzlich Farbtestbildgeneratoren, die standardgerechte FBAS-Signale wie Normfarbbalken *Secam/Pal*, Rot-, Grün- und Blaubild usw. anbieten. Die handelsüblichen Testbildgeneratoren sind nicht ausschließlich für die Fernsehbandgeräte vorgesehen, sondern bieten Möglichkeiten zur oszillografischen bzw. bildmäßigen Bewertung. Mit ihnen lassen sich daher auch nicht alle Standardsignale entsprechend Bild 2.3 bis Bild 2.6 erzeugen. Sind Messungen gemäß Standard auszuführen, so müssen häufig Zusatzgeräte aufgebaut werden. Im Abschnitt 7.2. sind Schaltungen zum Eigenbau vorgestellt.

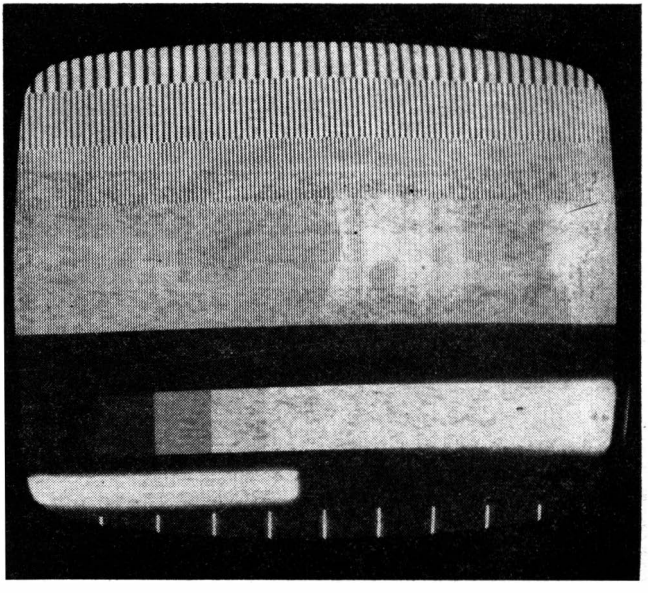


Bild 6.1 Elektronisches Testbild des Fernsehens der DDR für meßtechnische Überprüfungen

Von den Fernsehsendern der DDR wird das BAS-Signal (Bild 6.1) ausgestrahlt. Der Bildinhalt ist so gewählt, daß eine universelle Bildbewertung oszillografisch und auch bildgemäß ermöglicht wird. Das BAS-Signal kann über eine Auskoppelstufe (s. Abschnitt 7.2.) handelsüblichen Fernsehgeräten entnommen werden und steht zu bestimmten Sendezeiten zur Verfügung. Um dieses Testbild für eine Überprüfung der Fernsehbandgeräte verwenden zu können, ist der Fernsehempfänger ordnungsgemäß abzugleichen und das BAS-Ausgangssignal oszillografisch zu überprüfen. Das Bild unterteilt sich vertikal in Pakete mit den Sinusfrequenzen 1 MHz, 2 MHz, 3 MHz, 4 MHz, 5 MHz, der Fernsehstationskennung, einer Grautreppe mit 10 Helligkeitsstufen, dem Nachziehsignal und die Grundhelligkeitsimpulse sowie den Nadelimpulsen (Bild 6.2). Für die Geometrieeinstellung der Fernsehgeräte wird zusätzlich ein Kreis eingeschrieben. Das Testbild erlaubt eine schnelle Überprüfung der linearen und nichtlinearen Verzerrungen, konkret des Frequenzgangs, der Bildschärfe, der Abweichungen vom linearen Verlauf der Gradationskurve (Grautreppe), der

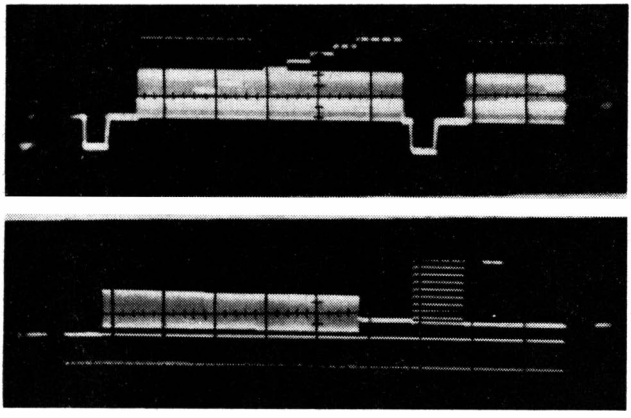


Bild 6.2 Elektronisches Testbild nach Bild 6.1 über V (Halbbild) bzw. H (Zeile) dargestellt

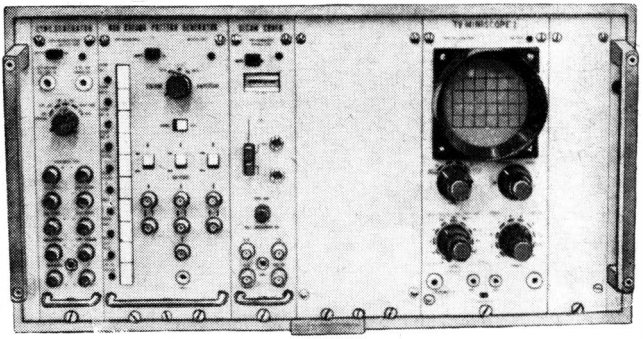


Bild 6.3 Elektronischer *Secam*-Farbfernseh-Komplexgenerator *0898/12* mit TV Miniscope *2 TR 4356 / H 009* von *Hiradastechnika Budapest*

Moiréstörungen, des Einschwingverhaltens und des Überschwingens sowie des Rauschabstands und der Dropoutstörungen. Es sollte zur orientierenden bildmäßigen Auswertung verwendet werden, da bestimmte Eigenschaften der Fernsehbandgeräte, wie z. B. die frequenzabhängige Hüllkurve des TF-Signals bei den VCR-Geräten unberücksichtigt bleiben (s. Abschnitt 6.2.1.).
Als universeller elektronischer Testbildgenerator ist der Typ *TR 0898/12* von *Hiradastechnika Budapest*, Ungarische Volksrepublik, zu nennen. Er besteht aus den Teileinschüben Synchrongenerator *TR 0822*, RGB-Color-Pattern-Generator *TR 0862* und dem *Secam*-Coder *TR 0858* (Bild 6.3). Der Synchrongenerator liefert die Impulse S, V, A, H, Sonder- und Hilfssignale (s. Abschnitt 2.1. und Bild 2.2). Die Signale sind quarzverkoppelt, netzverkoppelt, freilaufend und extern triggerbar. Im RGB-Color-Pattern-Generator werden unter Zuhilfenahme der vom Synchrongenerator gelieferten Impulse die RGB-Signale aufgebaut. Im einzelnen sind es folgende Signale:

— vertikale Farbbalken mit abnehmender Helligkeit;
— vertikale Farbbalken mit abnehmendem Frequenzsprung gemäß *Secam* III opt.;
— 7 horizontale Farbbalken mit abnehmender Helligkeit;
— Weißbild;
— Konvergenzraster;

— Treppen- und Sägezahnsignal;
— weitere Signale, die durch Kombination der genannten Signale gebildet werden.

Die Chroma-Amplitude läßt sich in Stufen auf 75% und auf 25% verringern.

Der *Secam*-Koder erzeugt aus den RGB-Signalen das FBAS-Signal gemäß *Secam* III opt. An den RGB-Eingängen können auch Signale von elektronischen Kameras, Filmgebern usw. angeschlossen werden. Die Frequenzen der Farbhilfsträger nach erfolgter Eichung ohne Modulationssignal sind:

D_R: 4406,25 kHz $\pm$ 1 kHz,

D_B: 4250,00 kHz $\pm$ 1 kHz.

Die Signale werden standardgerecht in 75-Ω-Technik mit $U_{ss} = 1V$ und S negativ angeboten.

Zum Lieferumfang von *Hiradastechnika* gehört neben einer *Secam*-AFC-Einheit *TR 0883* noch eine Fernsehkanaleinheit (VHF) *TR 0872*.

Als weiteres elektronisches Testbild sei der Schwarzweiß-Bildgenerator *TR 0854* genannt, der ebenfalls in Verbindung mit dem Synchrongenerator *TR 0822* betrieben wird (Bild 6.4). Er liefert universelle BAS-Signale, z. B. Impulssignal, Konvergenzgitter, Schachbrettmuster, Grautreppensignale, über V mit 7 Grau-

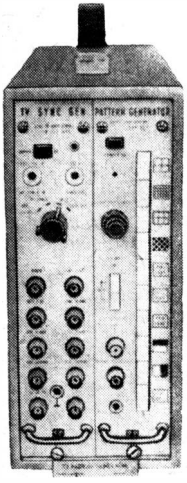


Bild 6.4
Elektronischer BAS-Signalgenerator *TR 0854* von *Hiradastechnika Budapest*

stufen zwischen Schwarz und Weiß und über H mit 10 Graustufen ein Sägezahnsignal (Bild 2.5), Schwarzweiß-Sprungsignal über V und H und kombinierte Bildsignale. Allen Bildsignalen läßt sich intern ein 4,3-MHz-Sinussignal bzw. extern ein beliebiges Signal zwischen 1 MHz und 6 MHz überlagern. Der Ausgangspegel des BAS-Signals an einer Impedanz von 75 Ω ist zwischen $U_{ss} = (0 \ldots 2)$ V kontinuierlich regelbar und erlaubt die Funktionskontrolle der automatischen Verstärkungsregelung eines Fernsehbandgeräts. Neben den Standardmessungen zu den nichtlinearen Verzerrungen (Abschnitt 2.2.) mit dem Sägezahnsignal und zum Impulsverhalten mit dem Schwarzweiß-Sprungsignal sind weitere Messungen möglich. Zum Beispiel kann die Linearität mit dem Sägezahnsignal bei überlagertem HF-Signal bzw. auch mit dem Grautreppensignal gemessen werden. Die Messung mit überlagertem HF-Signal (Bild 6.5) ist sehr genau. Zur Messung wird dem zeilenfrequenten Sägezahnsignal ein HF-Signal von

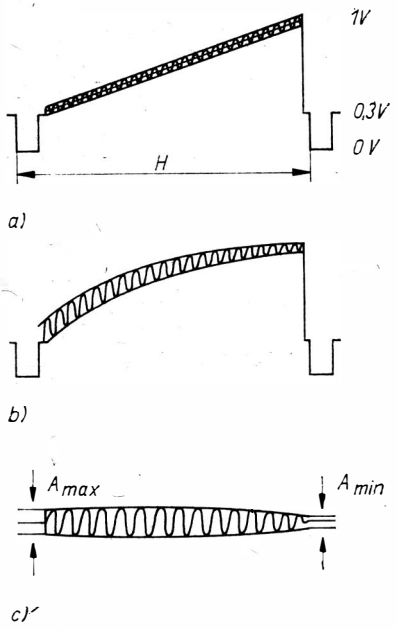


Bild 6.5
Sägezahnsignal mit überlagertem HF-Signal zur genauen Messung der Abweichungen des BAS-Signals von der Linearität; a — lineares Meßsignal, b — Verlauf des Signals nach Meßobjekt mit nichtlinearer Kennlinie, c — Verlauf des Signals nach Teilbild b, gemessen über Bandpaß oder Tiefpaß zur Auswertung der nichtlinearen Verzerrungen. Als Maß wird A_{1min}/A_{1max} angegeben

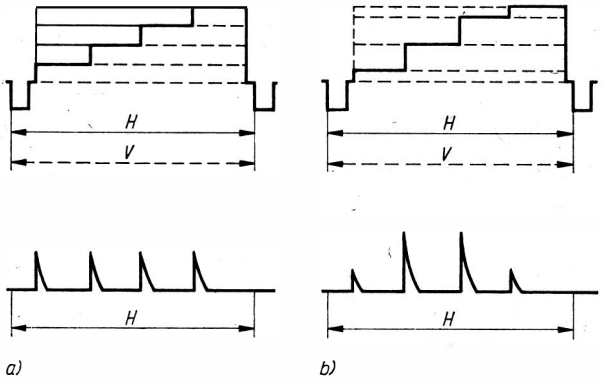


Bild 6.6 Messung der Abweichungen des BAS-Signals vom linearen Verlauf mit einem Grautreppensignal (4 Graustufen);
a — lineares Meßsignal, dargestellt über H bzw. V; differenziertes Meßsignal über H, b — Verlauf des Signals nach einem Meßobjekt mit nichtlinearer Kennlinie, differenziertes Signal

einigen Megahertz, deren Amplitude z. B. 5% derjenigen der Sägezahnschwingung beträgt, überlagert. Die HF-Überlagerung erlaubt auch eine Aussage und Untersuchungen zur Moiréstörempfindlichkeit des Fernsehbandgeräts.

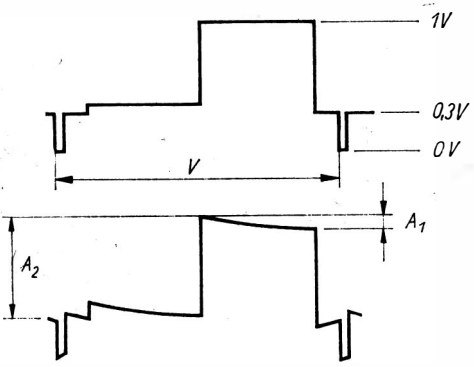


Bild 6.7 Schwarzweiß-Sprungsignal über V des elektronischen Testbildgenerators *TR 0854* zur Messung der Dachschräge. Die Dachschräge ist definiert als das Verhältnis A_1/A_2 in Prozent (A_2: Schwarzweiß-Sprung)

Im Bild 6.6 ist ein Grautreppensignal mit 4 Graustufen über H bzw. V dargestellt und die Auswertung der nichtlinearen Verzerrungen durch Ausmessen der einzelnen Graustufen bzw. der Höhe der differenzierten Graustufen aufgezeigt. Das Schwarzweiß-Sprungsignal über V (Bild 6.7) kann zur Bestimmung der Dachschräge, verursacht durch die untere Grenzfrequenz des Fernsehbandgeräts, verwendet werden.

Der *Pal*-Bildmustergenerator *PM 5509*, Firma *Philips*, dient zum Service von Farb- und Schwarzweiß-Fernsehempfängern, Monitoren und VCR-Fernsehbandgeräten (Bild 6.8). Der Generator erzeugt 10 verschiedene Testbildsignale, 5 davon in Farbe. Am BAS- bzw. FBAS-Ausgang liegt ein normgerechtes Signal $U_{ss} = 1$ V, 75 Ω an, wobei die Amplitude des Farbsignals einschließlich Burst zwischen 0% und 100% stetig einstellbar ist. Am HF-Ausgang steht ein im Bereich von 60 dB stetig regelbares Signal zur Verfügung. Die Trägerfrequenz ist für alle Fernsehbereiche sowie auf die Zwischenfrequenz abstimmbar. Das HF-Signal kann zusätzlich mit einem 1-kHz-Tonsignal moduliert werden, bzw. es ist eine Modulation mit externen Video- und Audiosignalquellen möglich. Zur Triggerung der Zeitbasis eines Oszillografen wird wahlweise ein H (Zeilen)- oder V (Halbbild)-Signal angeboten. Die Bildinhalte sind weiter so gewählt, daß ein

Bild 6.8 *Pal*-Bildmustergenerator *PM 5509* der Firma *Philips*

Fernsehgerät oder Monitor als Indikator dienen kann. Das HF-Ausgangssignal ist u. a. zur Kontrolle von VCR-Fernsehbandgeräten mit eigenem Tuner vorgesehen. Mit den einzelnen Bildmustern lassen sich folgende Messungen an VCR-Fernsehbandgeräten durchführen:

- nichtlineare Verzerrungen, Auflösung im Y-Kanal und Aussage zu Interferenzstörungen (Bildsignal mit horizontalen Paketen 0,5 bis 5 MHz und Grautreppensignal);
- Videorauschabstand beim Weißbild, Weißpegeleinstellung, Überprüfung der Aufzeichnungsstromstärke (Weißbildsignal);
- Abgleich der Aufzeichnungsstromstärke des umgesetzten Farbträgersignals (Rotbildsignal);
- Interferenzmodulation des 562,5-kHz-Trägers mit dem Leuchtdichtesignal durch fehlerhafte Einstellung der Aufzeichnungsstromstärken (s. Abschnitt 2.3.; Normfarbbalken mit 75% Kontrast);
- Kontrolle der Farb-Bandbreite unter Beachtung minimaler Interferenzmodulation und der Chromaverstärker-Linearität und -Empfindlichkeit (VCR-Farbbildschärfe-Raster 100 kHz bis 1 MHz und Sättigungstreppe Rot).

Standardmessungen zum Amplitudenfrequenzgang mit Signalen (Bild 2.3) sind mit den beschriebenen Testbildgeneratoren nicht möglich. Man bedient sich dabei eines BAS-Mischers, der unter Zuhilfenahme eines Fernsehimpulsgebers bzw. der externen Synchronsignale, z. B. der elektronischen Testbildgeneratoren *TR 0898/12* oder *TR 0854*, aufgebaut werden kann. Ein Lösungsvorschlag ist im Abschnitt 7.2. angegeben.

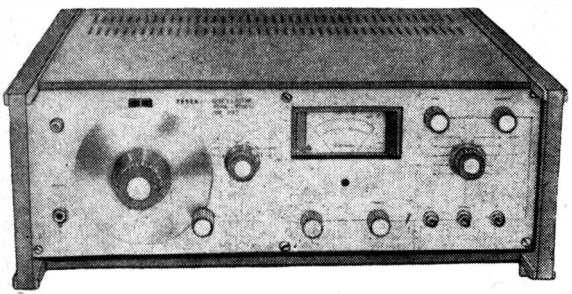


Bild 6.9 Breitbandgenerator *BM 492* von *Tesla*

Breitbandgeneratoren

Für Messungen im TF-Kanal wird ein HF-Generator verwendet, der ein möglichst unverzerrtes Sinussignal im Bereich bis 10 MHz liefert. Als universeller Meßgenerator kann der Typ *BM 492* von *Tesla* (Bild 6.9) genannt werden.

Seine technischen Daten sind:

Frequenzumfang	10 Hz bis 10 MHz in 6 dekadischen Teilbereichen
Amplitudenumfang	90 dB von + 10 dB bis − 80 dB in Stufen zu je 10 dB (3,16 V bis 0,1 mV)
Ausgangsimpedanz	75 Ω oder 600 Ω
Amplitudenumfang für Rechtecksignal U_{ss}	1 bis 5 V, kontinuierlich regelbar (grob und fein)
Ausgangsimpedanz	75 Ω
Anstiegszeit und Abfallzeit der Rechteckflanke	< 10 ns
Tastverhältnis	1 : 1 (± 15%)

Mit den Abmessungen (360 × 355 × 190) mm³ ist der HF-Generator *G 4-117* aus der UdSSR ein handliches und modernes Gerät (Bild 6.10). Der Generator liefert ein Sinussignal im Frequenzbereich von 20 Hz bis 10 MHz, unterteilt in 6 Teilbereiche, und

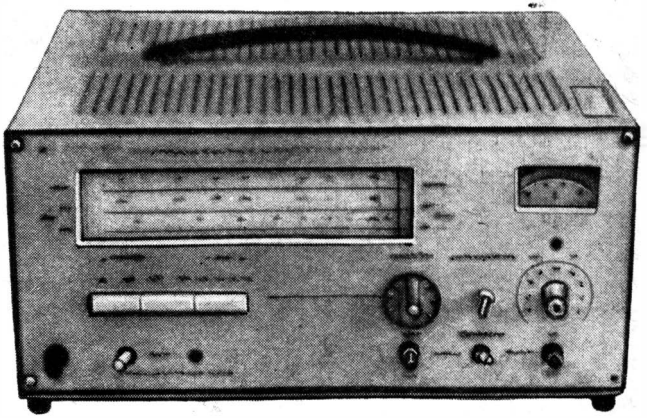


Bild 6.10 HF-Generator *G 4-117* aus der UdSSR

läßt sich gut einstellen. Die Ausgangsspannung ist in 10-dB-Stufen von 0,1 mV bis 3 V bei 50-Ω-Abschluß umschaltbar und in den einzelnen Teilstufen stetig regelbar. An einer 2. Ausgangsbuchse liegt eine regelbare Spannung im Bereich von 3 bis 30 V mit einer Ausgangsimpedanz von 1 kΩ bis 2 MHz und 3 bis 20 V im Frequenzbereich von 2 bis 10 MHz an. Die Anzeige ist zwischen beiden Ausgängen umschaltbar.

Signalauswerteeinrichtungen sind Breitbandoszillografen, Monitore, selektive und Breitbandvoltmeter.

Breitbandoszillografen

Zu den Grundforderungen an einen Breitbandoszillografen zählen die amplituden- und phasentreue Signaldarstellung im Frequenzbereich bis mindestens 10 MHz, lineare Zeitbasis und sichere Triggerbarkeit extern und intern für BAS-Signale, für Servosignale und TF-Signale. Vorteilhaft sind zweikanalige Oszillografen. Eine ältere Ausführung eines speziellen Fernsehoszillografen ist der Typ *OG 1-20* des *VEB Meßelektronik Berlin* (Bild 6.11).

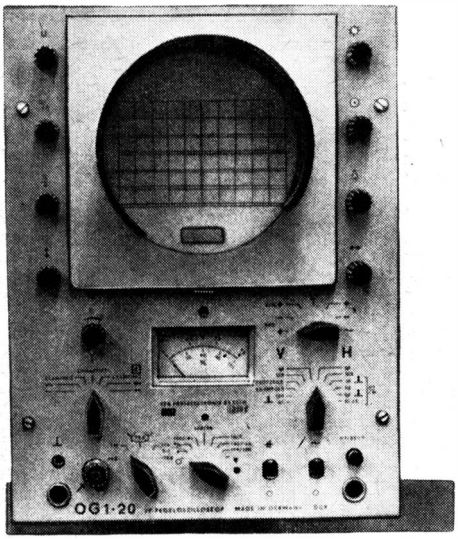


Bild 6.11 Fernsehoszilloskop *OG 1–20* des *VEB Meßelektronik Berlin*

Er ist den Anforderungen der Fernsehtechnik angepaßt, hat spezielle Triggereingänge für die Signale BAS, S, H, V mit positiver und negativer Polarität, Zeitbasiseinstellungen für V und H mit unterschiedlicher Dehnung, Prüfzeilen- und VA-Impuls-Darstellung. Es ist ein umschaltbarer 75-Ω-, 1-MΩ- oder Durchschleiffiltereingang vorgesehen, der wieder als Gleich-, Wechselstrom- und geklemmter Eingang geschaltet werden kann. Das BAS-Signal läßt sich über ein Differenzierglied zur Messung der Linearität (s. Bild 6.6) führen. Das Oszilloskop enthält weiterhin eine geeichte Pegelmeßeinrichtung für die Überprüfung der Normtreue des BAS-Signals. Der Frequenzumfang beträgt 15 MHz $\begin{matrix}+0{,}5\\-3\end{matrix}$ dB, die Eingangsempfindlichkeit 100 mV/cm. Dieses Oszilloskop ist zur meßtechnischen BAS-Signalauswertung vorgesehen, entspricht aber nicht den besonderen Anforderungen für Serviceaufgaben an Amateur-Fernsehbandgeräten. Der Typ *EO 203* des *VEB Radio und Fernsehen Karl-Marx-Stadt* entspricht in seinen Hauptdaten den Anforderungen (Bild 6.12):

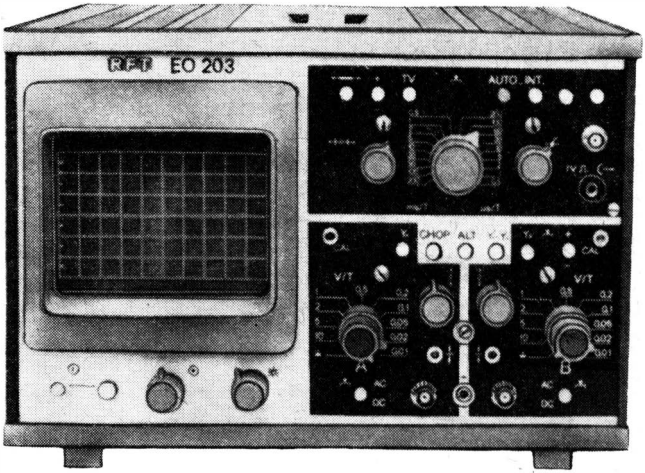


Bild 6.12 Zweikanaloszilloskop *EO 203* des *VEB Radio und Fernsehen Karl-Marx-Stadt*

Anzahl der Meßkanäle:	2
Vertikalablenkung	
Ablenkkoeffizient	in 10 Stufen 10 mV/T bis 10 V/T
Bandbreite (— 3 dB)	DC 0 bis 10 MHz AC 2 Hz bis 10 MHz
Dachabfall bei 50 Hz Rechteck	DC 0%; AC 10%
Eingangsimpedanz	1 MΩ, 48 pF parallelgeschaltet
Betriebsarten der Vertikalverstärker	
Kanal Y_A allein	
Kanal Y_B allein	
Kanal Y_A + Kanal Y_B	
Kanal Y_A — Kanal Y_B	
alternierend mit Kippfrequenz	
Chopperbetrieb mit Umschaltfrequenz 50 kHz	
Zeitablenkung	getriggert, automatischer Freilauf, abschaltbar
Zeitablenkkoeffizient	200 ms/T bis 0,5 µs/T in 18 Stufen
rel. Linearitätsfehler	< 5%
Auslösung der Zeitbasis	
intern	von Kanal Y_A bei Einstellung Y_A allein von Kanal Y_B bei Einstellung Y_B allein von Kanal Y_A bei Einstellung $Y_A + Y_B$, $Y_A - Y_B$, alternierend und Chopperbetrieb
extern	durch externe Steuerspannung
Integrationsglied zum Triggern auf die V-Impulse (TV-Taste einschaltbar)	
Horizontalverstärker	
Ablenkkoeffizient	0,5 V/T
Bandbreite (— 3 dB)	0 bis 0,8 MHz
Eingangsimpedanz	1 MΩ, 48 pF parallelgeschaltet

Als Einstrahl-Oszilloskop wird von derselben Firma der Typ *EO 174 A* geliefert. Dieses Oszilloskop ist aufgrund seiner Abmessungen mit (172 × 253 × 317) mm³ und seiner Masse von 7,3 kg sehr handlich und kann wahlweise über Netzanschluß, über einen

internen Batterieanschluß (10 NiCd-Rundzellen 1,2 V/3 Ah; eingebaute Ladeautomatik für interne Batterie) oder über einen externen Batterieanschluß (12 V) betrieben werden.

Monitor

Ein *Secam*-Farbmonitor, der hohen Anforderungen genügt, ist der Typ *MC 003* von *Hiradastechnika Budapest* mit einer 31-cm-Trinitron-Bildröhre (Bild 6.13). Er hat studiomäßige Eingänge für 2 FBAS-Signale mit Durchschleiffilter, jeweils einen Eingang für R-, G-, B-Signale und für ein BAS-Signal sowie die Möglichkeit der internen oder externen Synchronisation (negativer S-Eingang). Die Umschaltfunktionen werden durch Drucktasten an der seitlichen Bedienungsfront ausgelöst. Mit der Fernregeleinheit *TV 16-11* können die Funktionen Helligkeitsregelung, Kontrastregelung, Wahl des Eingangskanals, Wahl zwischen interner und externer Synchronisation und die Sendeanzeige erfaßt werden. Für den dynamischen, statischen Weißabgleich usw.

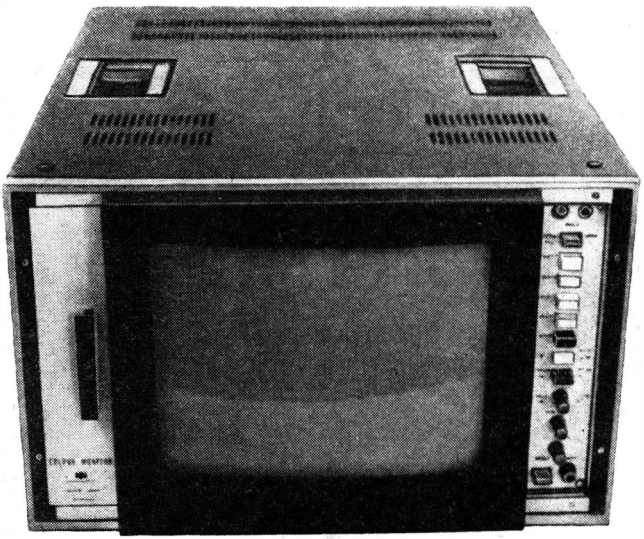


Bild 6.13 Studio-Fernsehmonitor für *Secam MC 003* von *Hiradastechnika Budapest*

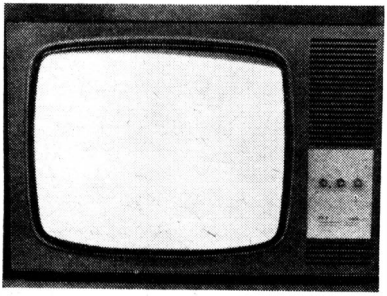


Bild 6.14
Fernbildschreiber *FB 7* des *VEB Studiotechnik Berlin*

sind die Regler auf der linken Seite hinter einer aufklappbaren Frontplatte vorgesehen.

Der *VEB Studiotechnik Berlin* fertigt mehrere Typen von Fernbildschreibern mit unterschiedlicher Bildschirmdiagonale, die als S/W-Monitore eingesetzt werden. Für den vorzugsweise geplanten Einsatz des Typs *FB 7* in räumlich ausgedehnten Objekten des angewandten Fernsehens enthält der Monitor die erforderliche Brummkompensation und die Kabelfrequenzgangentzerrung. Er ist im Bild 6.14 abgebildet. Der Monitor hat eine 59-cm-Bildröhre. Der FBAS-Eingang ist als Durchschleifeingang schaltbar (abschaltbarer 75-Ω-Abschlußwiderstand). Kontrast und Helligkeit sind mit dem Zusatz *FZ 7* fernbedienbar. Die maximale Übertragungsentfernung wird vom Hersteller bei Verwenden des HF-Kabels *75-7-8* mit 750 m angegeben. In der äußeren Gestaltung entspricht der Monitor mit den Abmessungen $(750 \times 510 \times 380)\text{mm}^3$ einem Heimfernsehgerät.

Beide bisher angegebenen Typen sind vom Aufbau her reine Monitore und haben keinen HF-Teil. Als optimale Variante kann unter Beachtung der vielfältigen Nutzbarkeit ein hochwertiger Farbfernsehempfänger modifiziert werden. Die Farbfernsehgeräte der Chromatreihe des *VEB Fernsehgerätewerk Staßfurt* sind für diesen Umbau geeignet. Die technische Beschreibung zum Umbau ist aus Abschnitt 7.2. zu ersehen.

Elektronisches Voltmeter

Der Videostörspannungsmesser *UPSF 120312* (Bild 6.15) der Firma *Rohde & Schwarz* wurde speziell zum Messen von Fremd- und Störspannungen an Fernsehmeßgeräten und Fernsehüber-

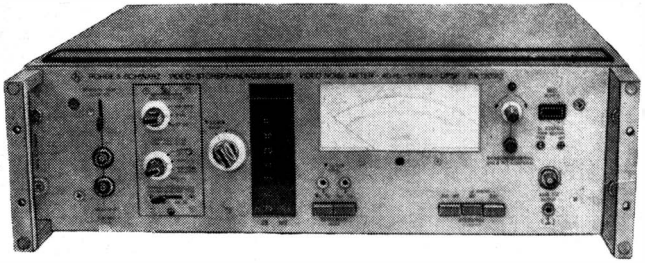


Bild 6.15 Videostörspannungsmesser *UPSF 120312* der Firma Rohde & Schwarz

tragungseinrichtungen sowie für Untersuchungen an Aufnahme- und Speichergeräten, Richtfunksystemen usw. entwickelt. Mit diesem Voltmeter ist das normgerechte Bestimmen des Videorauschabstands an ausgetasteten Videosignalen möglich. Zu diesem Zweck arbeitet das Gerät mit einer H- bzw. H + V-Lückenaustastung. Dabei wird das BAS-Signal von den vorhandenen S(Synchron)- und A(Austast)-Impulsen befreit, und während der Austastzeit wird seine Amplitude auf den Mittelwert der vorge-

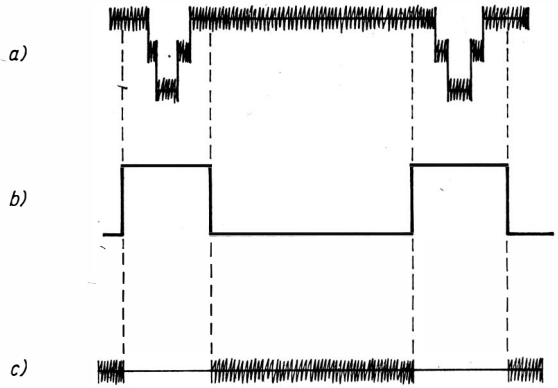


Bild 6.16 Prinzip der Videorauschspannungsmessung mit S-Austastung des Videostörspannungsmessers Typ *UPSF 120312;*
a — BAS-Signal, b — Austastimpulse,
c — Rauschspannung mit Austastlückenkompensation

gebenen Amplitude im Videosignalbereich gebracht (Bild 6.16). Der Verlust an Rauschenergie während der Austastzeit ist bei der Anzeige mit berücksichtigt. Der Videorauschabstand kann, bezogen auf das BA-Signal 0,7 V, direkt in dB abgelesen werden. Das Signal mit den kompensierten Austastlücken steht an 2 Ausgängen für die Beobachtung mit einem Oszillografen bzw. zur weiteren Auswertung zur Verfügung. Eine zeilenfrequente Dachschräge des BAS-Signals, die normalerweise das Meßergebnis unzulässig beeinflußt, kann mit dem eingebauten Kompensator bis zu 5% unterdrückt werden. Neben der echten Effektivwertanzeige ist auch eine Spitzenwertanzeige möglich, die selbst Störspitzen sehr geringer Dauer erfaßt. Flexibilität hinsichtlich unterschiedlicher Standards wird durch die Austauschbarkeit der Filtereinschübe erreicht. Der Filtereinschub zum bewerteten und bandbegrenzten Messen von Rauschspannungen enthält das CCIR-Rauschbewertungsfilter, Hochpässe zum Unterdrücken niederfrequenter Störanteile (f_{gr} = 10 kHz; 100 kHz), einen 1-kHz-Tiefpaß zur Messung von Brummspannungen, Bandbegrenzungsfilter gegen Fehlmessungen durch Störspannungen oberhalb der Grenzfrequenz 5 MHz und ein Sperrfilter zur Unterdrückung von Farbträgerresten.

Weitere technische Daten sind:

Amplitudenfrequenzgang	40 Hz bis 10 MHz; ± 0,2 dB 10 Hz bis 17 MHz; − 3 dB
Fehlergrenzen der Spannungsanzeige	± 5%
Meßsignal	BA oder BAS; Schwarzanhebung beliebig zwischen 0 V und 1 V
Betriebsarten	Spitzenwertmessung, Effektivwertmessung
Austastung	H, V, S, abschaltbar; extern, intern
Effektivwertmessung	0,3 mV bis 0,3 V (7 Bereiche in 10-dB-Stufen); Eigenstörabstand ≥ 85 dB
Spitzenwertmessung	1 mV bis 1 V (7 Bereiche in 10-dB-Stufen); Eigenstörabstand ≥ 74 dB

Der *VEB Präcitronic Dresden* fertigt das breitbandige Voltmeter *MV 21* für den Frequenzbereich von 5 Hz bis 10 MHz mit einem

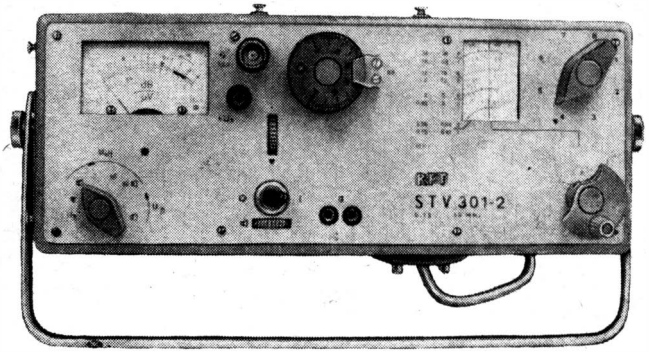


Bild 6.17 Selektives Transistorvoltmeter *STV 301-2* des *VEB Meßelektronik Berlin*

Meßbereich von 0,1 mV bis 300 V. Dieses Voltmeter ist mit einem Oszillografenanschluß versehen und kann als Vorverstärker verwendet werden.

Gegenüber breitbandigen Voltmetern haben selektive Voltmeter Vorteile, die bei vielen Meßaufgaben genutzt werden können:

— sehr großer Meßbereich (100 dB);
— selektive Meßsignalauswertung;
— große Anzeigegenauigkeit;
— große Bandbreite.

Ein bewährtes Gerät ist der Typ *STV 301-2* vom *VEB Meßelektronik Berlin* (Bild 6.17) mit folgenden technischen Daten:

Frequenzbereich	0,15 bis 30 MHz, unterteilt in 8 Bereiche
Meßbereich	0,63 μV bis 30 mV, -4 bis $+90$ dB, 0 dB $\triangleq$ 1 μV
Eingangsimpedanz	75 Ω
6-dB-Bandbreite	9 kHz $\pm \frac{1 \text{ kHz}}{3 \text{ kHz}}$
Abhöreinrichtung	eingebauter, abschaltbarer Lautsprecher
Demodulation	AM
automatische Frequenznachstimmung	abschaltbar

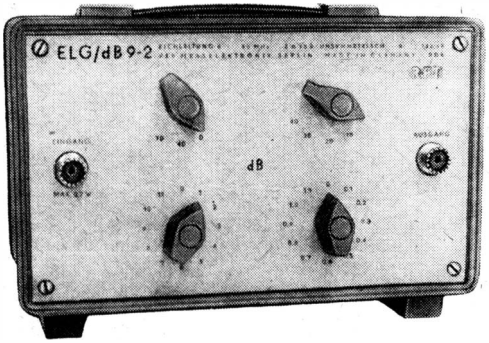


Bild 6.18 Eichleitung 0 bis 30 MHz *ELG/dB 9–2* des *VEB Meßelektronik Berlin*

Anschluß für zweites Anzeigeinstrument oder Registriereinrichtung

Betriebsspannung — 12 V (2 NiCd-Akkumulatoren); 6 V/450 mAh oder über Netzeinsatz *NE 101-2*

Sonstige Hilfsgeräte sind stabilisierte Netzgeräte, Dämpfungsregler (Eichleitungen), Filter, Vielfachmesser und spezielle Gleichlaufmeßgeräte. Die Eichleitung *ELG/dB 9-2* des *VEB Meßelektronik Berlin* erfüllt mit einem Frequenzbereich von 0 bis 30 MHz, der Ein- und Ausgangsimpedanz 75 Ω und einem Bereich von 0 bis 122 dB studiomäßige Anforderungen. Sie hat 4 Stufenschalter (Bild 6.18) mit einer Teilung 0/40/70 dB, 10-dB-Stufen von 0 bis 40 dB, 1-dB-Stufen von 0 bis 11 dB und 0,1-dB-Stufen von 0 bis 1,1 dB.

Das Meßgerät für Frequenzschwankungen *EMT 420 A* (Bild 6.19) der Firma *Elektromeßtechnik Franz KG* dient zur Messung von Gleichlauffehlern an Magnetbandgeräten. Es erfüllt die Standardforderungen und erlaubt neben einer bewerteten und unbewerteten Messung eine Frequenzanalyse der Störmodulation im Registrierverfahren (externer Anschluß) bzw. über externe Filter und Schlupfmessungen. Die Messungen beziehen sich auf den Audiokanal des Fernsehbandgeräts.

Beim Aufbau der Meßplätze sind einige „Spielregeln" einzuhalten:

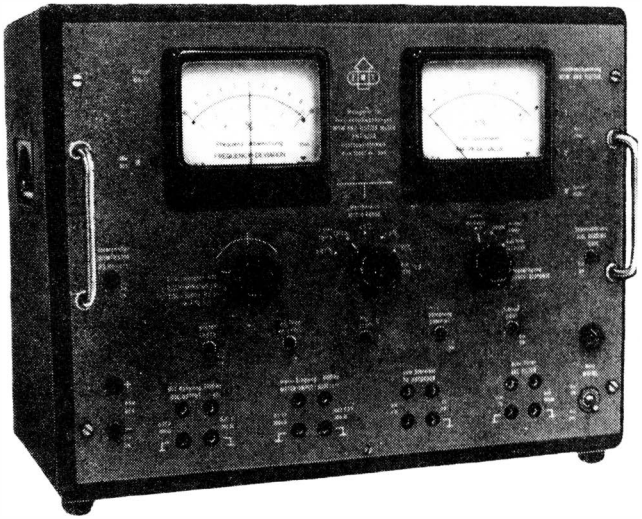


Bild 6.19 Meßgerät für Frequenzschwankungen *EMT 420 A* der Firma *Elektromeßtechnik Franz KG*

— Sämtliche Videokanäle sind mit 75 Ω abzuschließen, wobei der Abschlußwiderstand immer an das wirkliche Ende der Übertragungsstrecke geschaltet werden muß.
— Messungen mit dem Oszillografen an Meßpunkten mit Impedanzen 75 Ω sind generell mit dem Tastteiler durchzuführen.
— Vorrangig ist die externe Triggerung zu verwenden, damit auch bei sehr kleinen Signalen die Synchronisation nicht ausfällt.
— Erdschleifen sind zu vermeiden.
— Der Meßplatz ist nach Möglichkeit mit stabilisierter Netzspannung zu betreiben.

6.2. Messungen im Speicherkanal

Zu den Grundforderungen vor Inbetriebnahme eines Fernsehbandgeräts gehört eine mehrstündige Lagerung im ausgepackten Zustand unter den Normalklimabedingungen und entsprechend den Präzisionsanforderungen ein geringer Staubgehalt der Um-

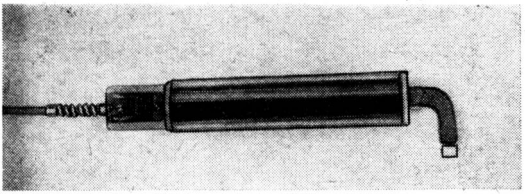


Bild 6.20 Löschdrossel zum Entmagnetisieren der Bandführungselemente und Magnetköpfe

gebungsluft. Unter den normalen Betriebsbedingungen werden ein Temperaturbereich von 15 °C bis 35 °C und eine relative Luftfeuchte im Bereich von 30% bis 70% verstanden. Um die Staubbelastung niedrig zu halten, ist das Rauchen grundsätzlich zu unterlassen. Alle ferromagnetischen Teile, die mit dem Videomagnetband unmittelbar in Kontakt kommen, z. B. Bandführungen und die Magnetköpfe, sind mit einer Löschdrossel zu entmagnetisieren. Im Bild 6.20 ist eine Löschdrossel abgebildet. Die Entmagnetisierung ist deshalb notwendig, damit die Restmagnetisierung der Kontaktteile nicht zu einer Gleichfeldmagnetisierung des Bandes führt, die das Signal/Rausch-Verhältnis vor allem im Audiokanal negativ beeinflussen kann. Ebenso sind die Werkzeuge wie Schraubendreher, Seitenschneider und Zange zu entmagnetisieren.

Bei der Fehlersuche empfiehlt es sich, analog zu den Stereomagnetgeräten vorher mit Testsignalen bespielte Videobänder bzw. Videokassetten zu benutzen. Diese können selbst hergestellt werden.

Die Fehlersuche läuft dann nach folgendem Schema ab:

- Überprüfen des Wiedergabekanals;
- Wiedergabekanal defekt → Einkreisen des Fehlers;
- Wiedergabekanal in Ordnung → Überprüfen des Aufnahmekanals;
- Aufnahmekanal defekt → Einkreisen des Fehlers.

Diese Methode hat den Vorteil, daß auch bei mechanischen Eingriffen das Fernsehbandgerät nach dem Testband bzw. der Testkassette eingemessen werden kann und die Kompatibilität alter und neuer Aufzeichnungen weitgehend gewährleistet ist. Zum

Überprüfen sollten nach Möglichkeit folgende Testsignale aufgezeichnet sein:

- 30%iges Graubildsignal (Bild 2.6) zum Überprüfen des Videorauschabstands (Abschnitt 2.3.) und des TF-Wiedergabepegels;
- Meßsignal zum Überprüfen des Amplitudenfrequenzgangs (Abschnitt 2.2.) (z. B. Meßsignal, Bild 2.3) und der Interferenzempfindlichkeit;
- Meßsignal zum Überprüfen der nichtlinearen Verzerrungen;
- Meßsignal zum Überprüfen des Impulsverhaltens;
- Normfarbbalken zum Überprüfen des Farbkanals.

Mit Hilfe dieser Signale kann der Wiedergabekanal überprüft und meßtechnisch beurteilt werden. Für die Messungen im Aufnahmekanal verwendet man den verbleibenden Leerteil des Testbands oder der Testkassette.

Analog kann auch für die Überprüfung des Audiokanals ein Testband mit Aufzeichnungen zum Amplitudenfrequenzgang, zum maximalen Ausgangspegel zur Kontrolle der kubischen Verzerrungen sowie zur Kalibrierung der Aussteuerungsanzeige und zur Kopfjustage (Aufzeichnung eines Signals mit einer Frequenz von z. B. 10 kHz zur Spalt- und Spurlageneinstellung) angefertigt werden.

6.2.1. Messungen im frequenzmodulierten Kanal

Es werden einige typische Messungen beschrieben, die bei der Fehlersuche an Fernsehbandgeräten durchgeführt werden.

Überprüfen der Hüllkurve des TF-Signals (unbegrenztes Signal)
Die Funktionskette Videoband — Videomagnetkopf — rotierender Transformator — Vorverstärker wird wiedergabeseitig durch eine oszillografische Messung kontrolliert. Dazu läßt sich vorteilhaft eine Bandaufzeichnung mit konstantem Bildinhalt, z. B. eine 30%ige Graubild-Signal-Aufzeichnung, verwenden. Den Oszillograf triggert man günstig bildfrequent, wobei mit dem Trackingregler des Fernsehbandgeräts die maximale Wiedergabeamplitude eingestellt wird. Für die externe Triggerung des Oszillografen kann das Ausgangs-BAS-Signal oder ein vom Servoteil des Fernsehbandgeräts abgeleiteter Impuls verwendet werden. Die einzelnen

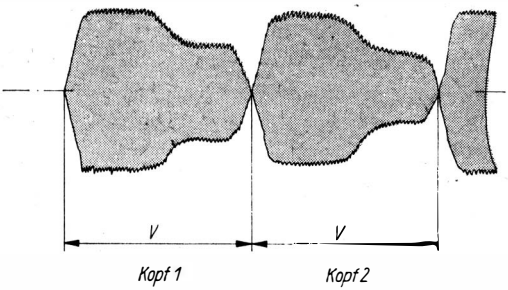


Bild 6.21 Hüllkurve des unbegrenzten TF-Signals eines VCR-Geräts bei Wiedergabe eines TF-Signals mit konstantem Bildinhalt

Fernsehbandgerätetypen weisen unterschiedliche Hüllkurvenverläufe auf, die in den Servicedokumentationen angegeben sind. Für die VCR-Geräte sind „flaschenförmige" Hüllkurven typisch (Bild 6.21). Beide Videomagnetköpfe sollen sich im Pegel nur unwesentlich unterscheiden. Für VCR-Geräte sind maximale Unterschiede von 3 dB zulässig. Größere Unterschiede weisen auf eine Verschmutzung oder einen Defekt eines Videokopfs hin. Verschmutzte Videoköpfe können mit einem weichen Wildlederlappen gereinigt werden. Das Reinigen der Köpfe darf nur in Längsrichtung (Rotationsrichtung der Videoköpfe) geschehen, da diese sonst mit ziemlicher Sicherheit beschädigt werden. Reiner Alkohol verbessert die Reinigungswirkung, wobei auch hier die Hinweise der Hersteller zu beachten sind. Ein Flimmern der Bildwiedergabe am Monitor weist auf das Fehlen eines Halbbildsignals hin.

Die Videorecorder der Typenreihe 500 der *PO Elektronika Woronesh* haben einen näherungsweise rechteckförmigen Hüllkurvenverlauf. Beide Videoköpfe sind mit einem separaten Vorverstärker versehen. Sie lassen sich mit Regler auf gleiche Amplitude einstellen. Es wird jeweils der Vorverstärker elektronisch geschaltet, dessen Videomagnetkopf im Einsatz ist. Nach den getrennten Vorverstärkern werden beide Wiedergabesignale additiv verschaltet.

Im Bild 6.22 ist der Stromlaufplan des Wiedergabevorverstärkers des Fernsehbandgeräts *MTV 20* dargestellt. Als Meßpunkt zur Überprüfung der Hüllkurve wird Punkt 216 gewählt. Das von den

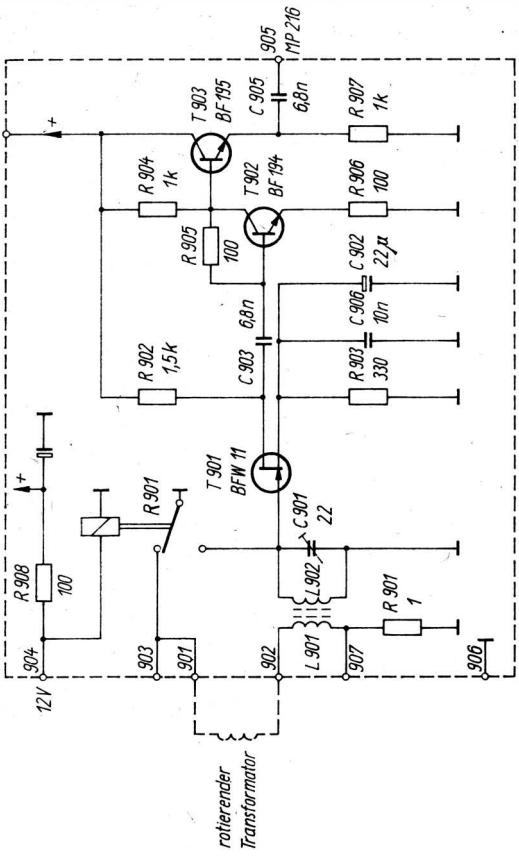


Bild 6.22 Schaltung des Wiedergabevorverstärkers des Fernsehbandgeräts *MTV 20*

in Reihe geschalteten Videomagnetköpfen kommende Signal gelangt über den rotierenden Übertrager an die erste Verstärkerstufe mit dem Transistor T901 (rauscharmer Sperrschichtfeldeffekttransistor). Durch Resonanzüberhöhung (Parallelschwingkreis C901 und Sekundärwicklung des Eingangsübertragers) wird der Wiedergabepegel im oberen Bereich des statischen Hubbereichs bei 4,4 MHz angehoben und der Rauschabstand verbessert. T902 verstärkt dann das TF-Signal weiter, das nach dem Impedanzwandler T903 die folgenden Stufen durchläuft. Am Meß-

punkt wird eine Spannung von 80 bis 100 mV angegeben, wobei das Videokopfsignal um den Faktor 100 verstärkt wurde.

Überprüfung der Aufzeichnungsstromstärke

Wesentlich für die Qualität der gespeicherten Bildsignale ist die richtige Einstellung der Aufzeichnungsstromstärke. Dabei muß der verwendete Bandtyp berücksichtigt werden. Ein typischer Verlauf der Wiedergabespannung als Funktion der Aufzeichnungsstromstärke ist im Bild 6.23 angegeben. Von kleinen Werten der Aufzeichnungsstromstärke ausgehend, steigt die Kurve steil an und fällt nach Erreichen des Maximums in einem größeren Bereich nur noch geringfügig ab. Bei einem 30%igen Graubildsignal wird die Einstellung so gewählt, daß sich ein maximaler Wiedergabepegel im TF-Kanal bzw. bei flach ausgeprägtem Maxi-

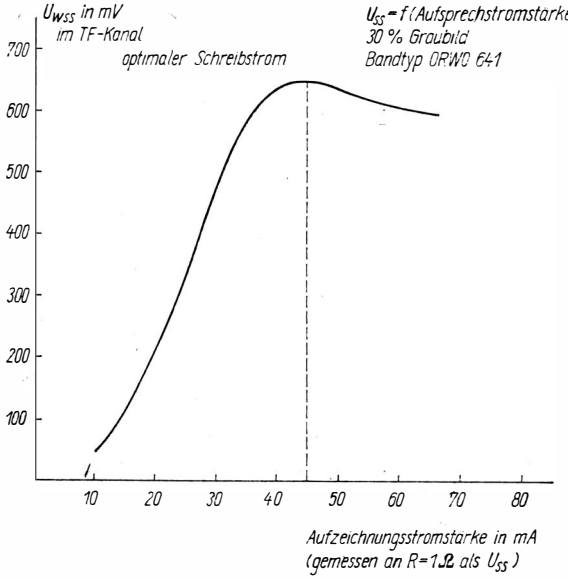


Bild 6.23 Wiedergabespannung als Funktion der Aufzeichnungsstromstärke (gemessen mit dem Fernsehbandgerät *MTV 20* am Bandtyp *ORWO 641* bei $f = 3{,}7$ MHz)

mum ein sicherer, etwas höherer Wert für die Aufzeichnungsstromstärke ergibt. Es sei hier auf Abschnitt 4. verwiesen.
Eine Neueinstellung der Aufzeichnungsstromstärke ist dann erforderlich, wenn Bandtypen mit stark abweichender Koerzitivfeldstärke eingesetzt werden sollen. Dabei ist aus der Sicht der Verbesserung videotechnischer Eigenschaften nur der Einsatz höherkoerzitiver Bänder zu empfehlen, da niederkoerzitive Bänder, z. B. normale Eisenoxidbänder, beim Einsatz auf Fernsehbandgeräten für Chromdioxidband einen wesentlich geringeren TF-Wiedergabepegel und Videorauschabstand ergeben. Eine Neueinstellung kann unter Umständen auch durch die Veränderung der Videokopfparameter nach einer größeren Anzahl von Betriebsstunden notwendig werden.
Zum Messen der Aufzeichnungsstromstärke ist bei vielen Fernsehbandgeräten ein Meßwiderstand von 1 bzw. 2 Ω vorgesehen. Dieser befindet sich bei Schaltungen mit rotierendem Transformator zur Videokopfsignaleinspeisung im „kalten" Ende der Primärwicklung. Bei der Signaleinspeisung über Kontaktbürsten liegt der Meßwiderstand direkt in der „kalten" Videokopfleitung im oberen Teil der Videokopftrommel. Der Aufzeichnungspegel am Meßwiderstand kann oszillografisch oder mit einem HF-Millivoltmeter gemessen werden. Nach Einstellen der Aufzeichnungsstromstärken wird der Meßwiderstand häufig gegen Masse überbrückt. Der Meßwiderstand ist beim Typ *MTV 20* mit R901 (Bild 6.24) angegeben. Die Aufzeichnungsstromstärke des frequenzmodulierten BAS-Signals läßt sich mit R151 einstellen. Über den Einstellregler R155 wird das umgesetzte Farbsignal addiert. Mit R155 ist die definitionsgemäße Einstellung des Aufzeichnungsstromstärke-Verhältnisses Luminanz/Chrominanz-Signal möglich. Dieses Verhältnis, das in den Standards bzw. in der Servicedokumentation für VCR-Fernsehbandgeräte der Systeme *Secam* und *Pal* angegeben ist, muß für das Erreichen optimaler Aufzeichnungseigenschaften eingehalten werden. Bei zu großem Aufzeichnungspegel des umgesetzten Chrominanzsignals können moiréartige Störungen auftreten (s. Abschnitt 2.3.). Wird bei richtiger Aufzeichnungsstromstärke des TF-Luminanzsignals die Aufzeichnungsstromstärke des umgesetzten Farbsignals zu klein eingestellt, so hat die Chrominanz-Wiedergabeamplitude zu kleine Werte, und es ist keine Farbwiedergabe möglich.
In der IEC-Standard-Empfehlung IEC 511 ist vorgeschrieben:

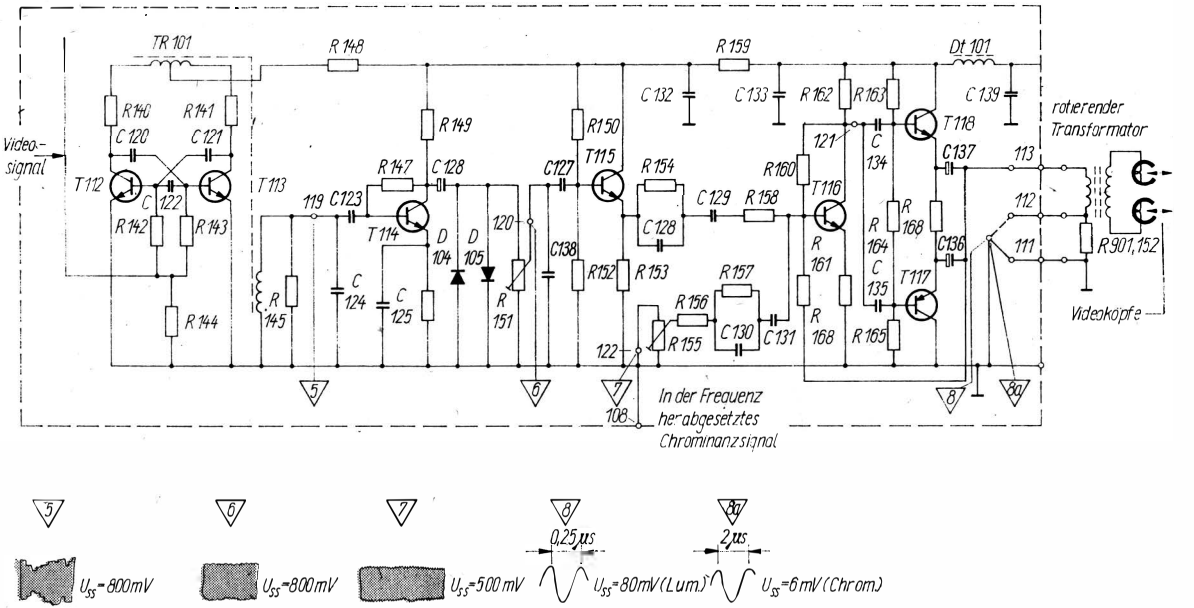


Bild 6.24 TF-Aufzeichnungsverstärker des Fernsehbandgeräts *MTV 20*

„... Der während des Burstsignals gemessene Aufzeichnungsstrom (Spitze-Spitze) für das Farbartsignal liegt bei *Pal* 25 dB ± 0,5 dB und bei *Secam* 22 dB ± 0,5 dB unterhalb des Aufzeichnungsstroms (Spitze-Spitze) für das frequenzmodulierte Leuchtdichtesignal (Es werden nur die 1. Harmonischen gemessen)".

Für das Fernsehbandgerät *MTV 20* sind in den *Unitra*-Unterlagen 20 dB angegeben.

Für den Typ *N 1500* der Firma *Philips* ist in den Serviceunterlagen vorgeschrieben:

Aufzeichnungsstrom Luminanz:	25 mV am 1-Ω-Meßwiderstand,
Aufzeichnungsstrom Chrominanz:	2 mV am 1-Ω-Meßwiderstand,
Meßsignal:	Rotbildsignal,
Meßgerät:	HF-Millivoltmeter.

Der Stromlaufplan des *MTV 20* (Bild 6.24) soll kurz erläutert werden. Die Transistoren T112 und T113 bilden einen spannungsgesteuerten astabilen Multivibrator, der als Modulator arbeitet. Das vorbereitete BAS-Signal wird dem Modulator an R142, R143, R144 zugeführt. Am Ausgang der Stufe steht das frequenzmodulierte TF-Signal zur Verfügung, wobei im statischen Hubbereich dem Synchronpegel des BAS-Signals 3 MHz und dem Weißwert eine Frequenz von 4,4 MHz zugeordnet wird. Dieses Signal durchläuft die TF-Vorentzerrungsstufe R145, C124, die als Tiefpaß die unteren Seitenbänder zur Verbesserung der Auflösung anhebt. T114 liefert dem Begrenzer, der aus den antiparallel geschalteten Dioden D104, D105 besteht, den notwendigen Pegel. Die nach der Modulation vorhandenen Amplitudenschwankungen (Amplitudenmodulation) werden beseitigt. Über den TF-Aufzeichnungsstrom-Einstellregler wird das Signal zum Impedanzwandler T115 geführt. Das Differenzierglied R154, C128 bewirkt ein Anheben der hohen Frequenzanteile und kompensiert den durch die Videokopfinduktivität verursachten Pegelabfall. An der Basis von T116 liegen das TF-Luminanzsignal und über den Einstellregler R155 und R157, C130 (Differenzierglied) das umgesetzte Farbsignal an. Transistor T116 steuert die Aufzeichnungsendstufe T117, T118. Zur Vermeidung nichtlinearer Verzerrungen wird das Ausgangssignal der Endstufe T117, T118 über R161 rückgeführt. Die differenzierten Signale ergeben an der integrierenden Induktivität der

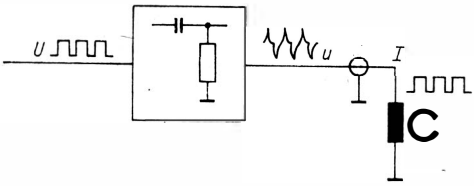


Bild 6.25 Erzeugung des Aufzeichnungsstroms beim *MTV 20*

Videomagnetköpfe einen rechteckförmigen Aufzeichnungsstromverlauf (Bild 6.25).
Einige Fernsehbandgerätetypen (Serie *500* der *PO Elektronika Woronesh, VTR 1360* der Firma *Sanyo*) haben getrennte Endverstärker für beide Videomagnetköpfe, die separat eingestellt werden können.

Kontrolle des Chrominanzkanals

Um Hinweise für den Chrominanzkanal zu geben, sind einige Erläuterungen notwendig. Im Chrominanzkanal unterscheiden sich die VCR-Fernsehbandgeräte für die Farbfernsehsysteme *Pal* und *Secam*. Der prinzipielle Aufbau eines VCR-Geräts für *Secam* ist an Hand der Übersichtsschaltpläne des Typs *MTV 20* im Abschnitt 3.2.5. und 3.2.6. erläutert.
Bei den *Pal*-Fernsehbandgeräten muß ein höherer elektronischer Aufwand getrieben werden, um die durch Unzulänglichkeiten des Antriebs und des Magnetbands entstehenden Zeitfehler zu korrigieren. Dabei wird bei Wiedergabe das Referenzsignal für die Mischung des umgesetzten Farbsignals in das Ausgangssignal mit dem Zeitfehler des umgesetzten Farbsignals versehen. Der Übersichtsschaltplan des *Pal*-Fernsehbandgeräts *N 1500* der Firma *Philips* ist im Bild 6.26 angegeben. Das vom Wiedergabevorverstärker kommende umgesetzte Farbsignal (562,5 kHz) wird über einen 1-MHz-Tiefpaß ausgekoppelt und mit dem Regelverstärker auf eine konstante Amplitude gebracht. Danach mischt man es auf 4,43 MHz.
Das Referenzsignal von 4,99 MHz ist selbst das Mischprodukt des freilaufenden 4,43-MHz-Quarzoszillators und eines 562,5-kHz-Oszillators, der fest mit der Zeilenfrequenz des Wiedergabesignals gekoppelt ist. Ergibt sich bei Wiedergabe durch Schwankungen der relativen Band-Kopf-Geschwindigkeit für die Frequenz des

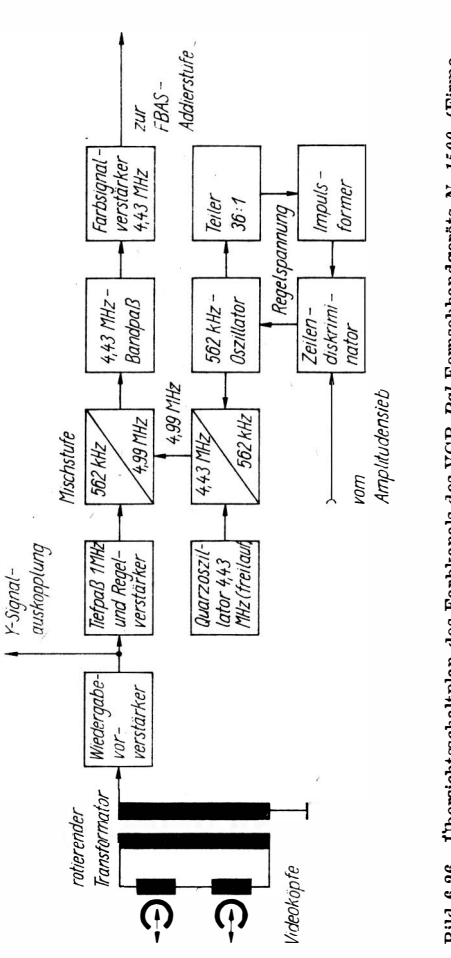


Bild 6.26 Übersichtsschaltplan des Farbkanals des VCR-*Pal*-Fernsehbandgeräts *N 1500* (Firma *Philips*)

umgesetzten Farbsignals ein zu kleiner Wert, so wird über die Zeilenfrequenzverkopplung der Mischfrequenz 4,99 MHz diese um den gleichen Betrag verkleinert.

Das gilt ebenso bei zu hoher Frequenz des umgesetzten Farbsignals. Das entstehende Mischprodukt 4,43 MHz ist damit ohne Frequenzfehler. Im Bild 6.27 ist der Übersichtsschaltplan des

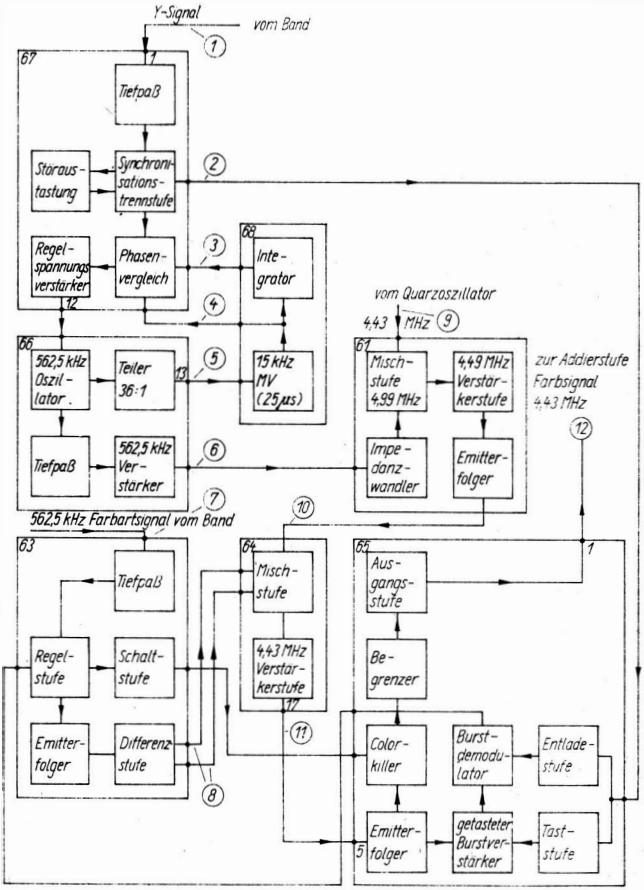
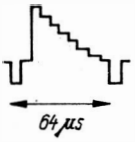


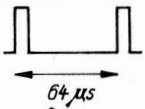
Bild 6.27 **Ausführlicher Übersichtsschaltplan des Chrominanzteils bei Wiedergabe (VCR-*Pal*-Fernsehbandgerät *N 1500*) (Firma *Philips*)**

Chrominanzteils detaillierter dargestellt. Die Impulsdiagramme an den einzelnen Meßpunkten können aus Bild 6.28 ersehen werden. Bild 6.27 verdeutlicht den Aufwand im Farbkanal eines *Pal*-VCR-Geräts zur Eliminierung des Zeitfehlers.

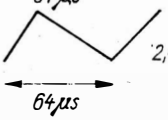
Wichtig für die zuverlässige Funktion der einzelnen Stufen ist die

① 

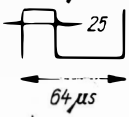
1,6V Alle Pegel als Spitze-Spitze-Wert

② 

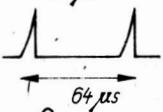
6,6V

③ 

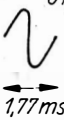
2,4V

④ 

10V

⑤ 

8,4V

⑥ 

0,6V

⑦

210mV

⑧ wie ⑦, Pegel jedoch 0,7V

⑨
1,6V 4,43 MHz

Fortsetzung auf S. 36

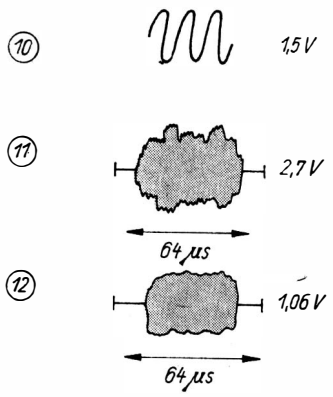


Bild 6.28
Impulsdiagramme und Pegel an den Meßpunkten nach Bild 6.27

Einhaltung der Pegel. Zu geringe Pegel an den beiden Mischstufen führen zu Farbrauschen bzw. zum Abschalten der Farbe, zu große Pegel zu Nichtlinearitäten und zu Übersteuerungen.

Die einzelnen Stufen des Geräts *N 1500* sind noch in diskreter Technik aufgebaut. Die Baustufe 64 (Bild 6.27) soll näher erläutert werden. Sie ist im Bild 6.29 dargestellt. Das umgesetzte Farbsignal 562,5 kHz wird dem Mischer im Gegentakt zugeführt. Das ist notwendig, da durch den Gegentaktmischer die ebenfalls zugeführten 4,99 MHz unterdrückt werden müssen. Ein nicht unterdrücktes 4,99-MHz-Signal kann sonst im Ausgangssignal Störungen verursachen. Die Trägerunterdrückung läßt sich mit R25 einstellen. Das 4,33-MHz-Chrominanzsignal wird durch ein Bandfilter (C45, L8a, L8b, L9, C47) ausgefiltert. Der Transistor T63 arbeitet als Verstärkerstufe, der Saugkreis L11, C53 unterdrückt das Summensignal und der Sperrkreis L10, C51 die verbleibenden Reste des Referenzsignals.

Bei der Wiedergabe von *Secam*-FBAS-Signalen haben die entstehenden Zeitfehler nicht den gleichen Einfluß auf die Farbbildqualität. Das Referenzsignal braucht bei der Wiedergabe nicht mit der Zeilenfrequenz verkoppelt werden.

Beim *Secam*-Farbfernsehgerät *MTV 20* hat das Referenzsignal eine Frequenz von 5 MHz und ist quarzstabilisiert (s. Bild 3.15). Die Schaltung des Ausgangsmischers entspricht etwa der im Bild 6.29. Auch hier müssen die Pegelverhältnisse genau eingehalten werden. Beim VCR-*Secam*-Verfahren sind 2 Chrominanz-

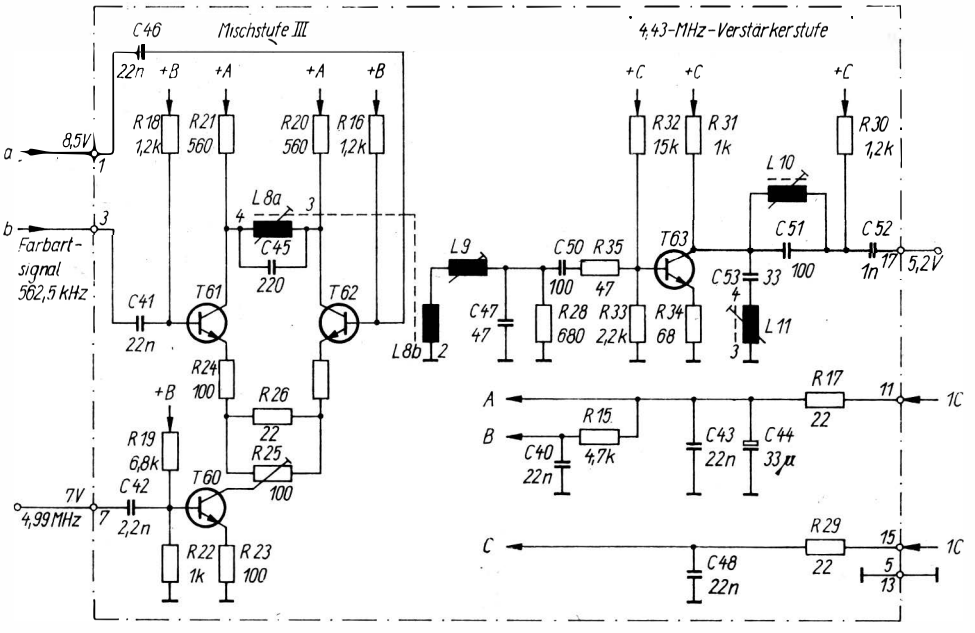


Bild 6.29 Ausgangsmischer des VCR-*Pal*-Fernsehbandgeräts *N 1500* (Firma *Philips*), Block 64 nach Bild 6.27

signale von 494 kHz und 750 kHz auf 4,406 MHz und 4,25 MHz zu mischen. Die Gefahr, daß unerwünschte Mischprodukte entstehen, ist besonders groß.

Bei der Aufnahmeseite der VCR-Geräte ist zu beachten, daß die Frequenz des Referenzsignals, die zum Herabmischen des Originalfarbträgers bzw. der Farbträger benötigt wird, mit der Zeilenfrequenz des FBAS-Signals phasenstarr verkoppelt ist.

Bei den *Pal*-Geräten (z. B. *N 1500*) wird das 4,43-MHz-Quarzsignal mit der Burstfrequenz (*Pal*-Decoder) geklemmt. Den auf diese Weise erzeugten phasenstarren Farbträger mischt man mit einem ebenfalls mit der Zeilenfrequenz verkoppelten 562,5-kHz-Signal auf 4,99 MHz.

Die *Secam*-Geräte, z. B. *MTV 20*, sind einfacher aufgebaut. Hier genügt eine einfache Mischung. Um eine phasenstarre Verkopplung mit der Zeilenfrequenz zu erreichen, wird die Frequenz des steuerbaren 5-MHz-Oszillators durch 320 geteilt. Das entstehende Signal (15,625 kHz) führt man mit der Zeilenfrequenz des aufzuzeichnenden FBAS-Signals einer Phasenvergleichsschaltung zu. Die entstehende Fehlerspannung steuert dann den 5-MHz-Oszillator und schafft damit die phasenstarre Verkettung. Die Teilerkette ist in TTL-Technik aufgebaut, sie hat eine Doppelfunktion. Bei Wiedergabe wird durch weitere Teilung das Referenzsignal für das Servosystem gewonnen.

Im Bild 6.30 ist der Stromlaufplan des Blockes 67 nach Bild 6.27 dargestellt. Mit dieser Schaltung werden die Synchronimpulse gewonnen und der Phasenvergleich zur Nachsteuerung des 562,5-kHz-Oszillators beim Gerät *N 1500* durchgeführt. Das S-Signal wird aus dem BAS-Signal (vom Videomagnetband bei Wiedergabe bzw. vom Aufnahmesignal durch den integrierten Schaltkreis *TBA 240 A* abgetrennt. Der Schaltkreis erhält über C18 an den Anschlüssen 13 und 14 das BAS-Signal zugeführt. Zusätzlich liegt das BAS-Signal noch über einen Tiefpaß am Anschluß 10 an. Das S-Signal wird am Anschluß 5 sowie über T5 und R22 angeboten. Signalform und Pegel sind auch aus Bild 6.28 zu ersehen.

Als Referenzsignal für den Phasenvergleich, der ebenfalls durch den Schaltkreis *TBA 240 A* vorgenommen wird, dient der zum Anschluß 2 geführte Sägezahnimpuls. Dieses Signal ist das um den Faktor 36 herabgeteilte 562,5-kHz-Quarzsignal. Um eine hohe Störsicherheit bei der Gewinnung der Regelspannung zu

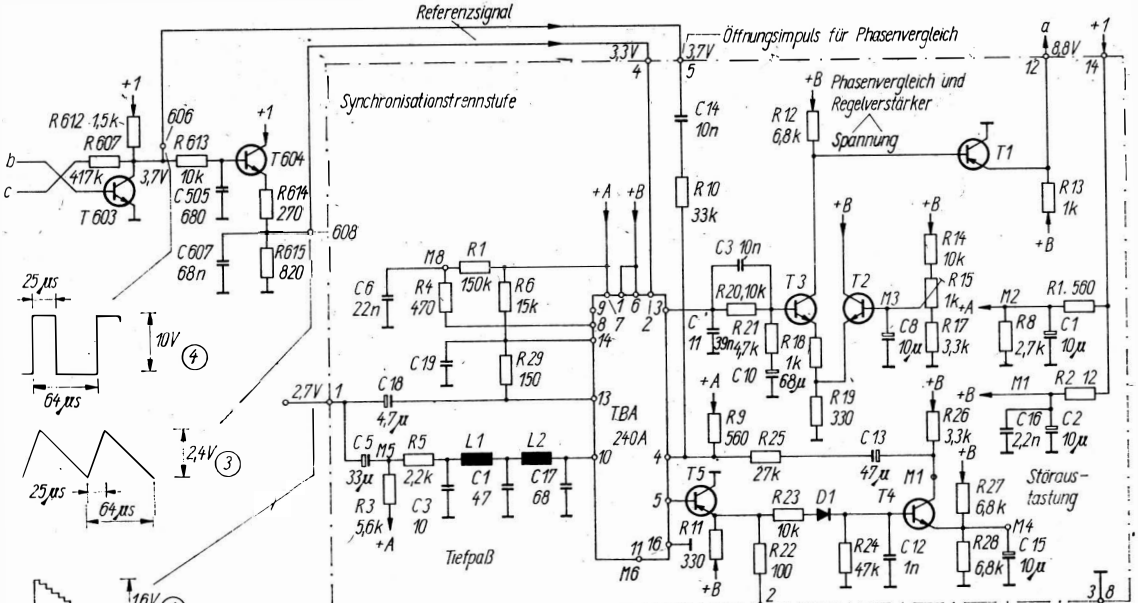


Bild 6.30 Stromlaufplan des Blockes 67 nach Bild 6.27 (VCR-*Pal*-Fernsehbandgerät *N 1500*, Firma *Philips*)

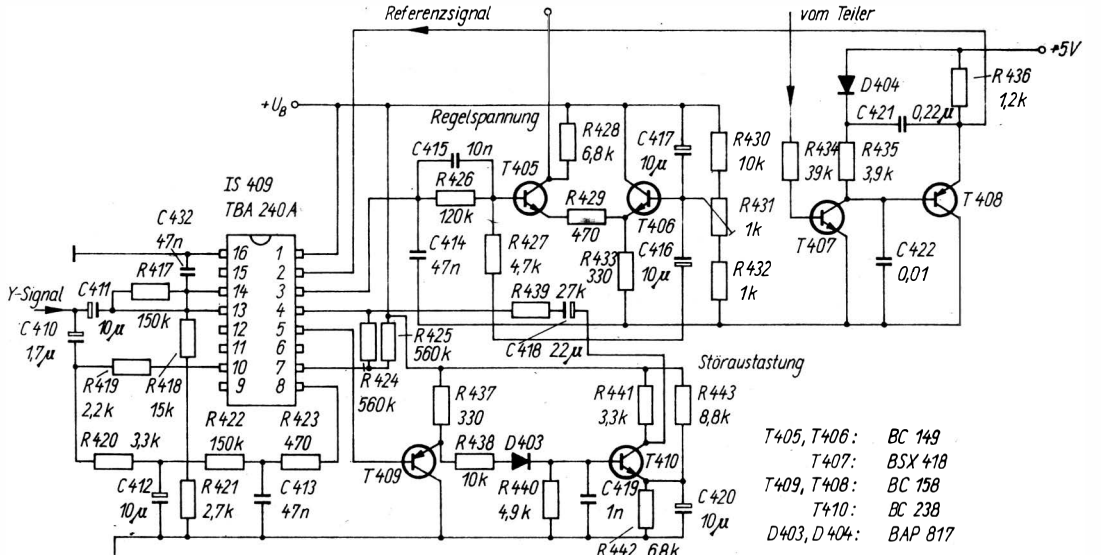


Bild 6.31 Stromlaufplan des Amplitudensiebs, des Phasenvergleichs und des Regelspannungsverstärkers beim VCR-*Secam*-Fernsehbandgerät *MTV 20*

haben, wird der Phasenvergleich nur während einer kurzen Zeit geöffnet. Als Torimpuls dient das Signal ④, das mit einem Monoflop aus Signal ⑤ erzeugt wird (Bild 6.27, 6.28). Während einer Dauer von 25 µs arbeitet der Phasenvergleich, 39 µs lang ist er gesperrt. Damit der Vertikalsynchronimpuls diesen Zyklus nicht stört, wird er ausgetastet. Der Vertikalsynchronimpuls, den man mit D1, R24, C12 gewinnt, wird über T4, C13, R25 dem Austasteingang 4 des Schaltkreises zugeführt. Lediglich ein 7 µs breiter Teil zu Beginn des Vertikalsynchronimpulses gelangt zum Phasenvergleich. Die Regelspannung vom Anschluß 3 des Schaltkreises wird über ein Integrationsglied (Zeitkonstante des Regelvorgangs) dem Regelspannungsverstärker (T2, T3) für eine driftfreie Gleichspannungsverstärkung zugeführt. Diese Schaltung ist in ähnlicher Form auch beim VCR-*Secam*-Gerät *MTV 20* zu finden, sie dient bei diesem Gerät aber nur zur Gewinnung der Regelspannung für den Referenzoszillator 5 MHz bei Aufnahme. Der Stromlaufplan ist im Bild 6.31 dargestellt.

Für diese Baugruppe sind folgende Einstellhinweise angegeben:

- An das VCR-Fernsehbandgerät wird ein normgerechtes FBAS-Signal angeschlossen. Danach sind die Netzspannung und Aufnahme zu schalten (keine Kassette einlegen, der Kassettenschacht muß geschlossen sein) (beim *MTV 20* WD 7, beim *N 1500* SK 17).
- Der Eingang I eines Zweikanaloszillografen wird über einen 1:10-Tastkopf an den Anschluß 2 des *TBA 240* (Bild 6.31) bzw. Pkt. 4 (Bild 6.30) gelegt.
- Der Eingang II wird ebenfalls über einen 1:10-Tastkopf an den Emitter von T409 (Bild 6.31) bzw. Pkt. 2 (Bild 6.30) angeschlossen.
- Die Zeitbasis des Oszillografen triggert man mit dem Signal des Eingangs I.
- R431 (Bild 6.31) bzw. R15 (Bild 6.30) wird so eingestellt, daß der S-Impuls genau in der Mitte der positiven sägezahnförmigen Flanke des Signals vom Eingang II liegt. Die Regelspannung am Pkt. 422 (Bild 6.31) bzw. Pkt. 12 (Bild 6.30) beträgt dann 8,5 V $\pm$ 0,5 V.

Messung der Modulator-Demodulatorlinearität

Bezüglich der Nichtlinearität des Videosignals ist bei Aufzeichnung eines Sägezahnsignals (Bild 2.5) ein Wert $\leq 10\%$ vorge-

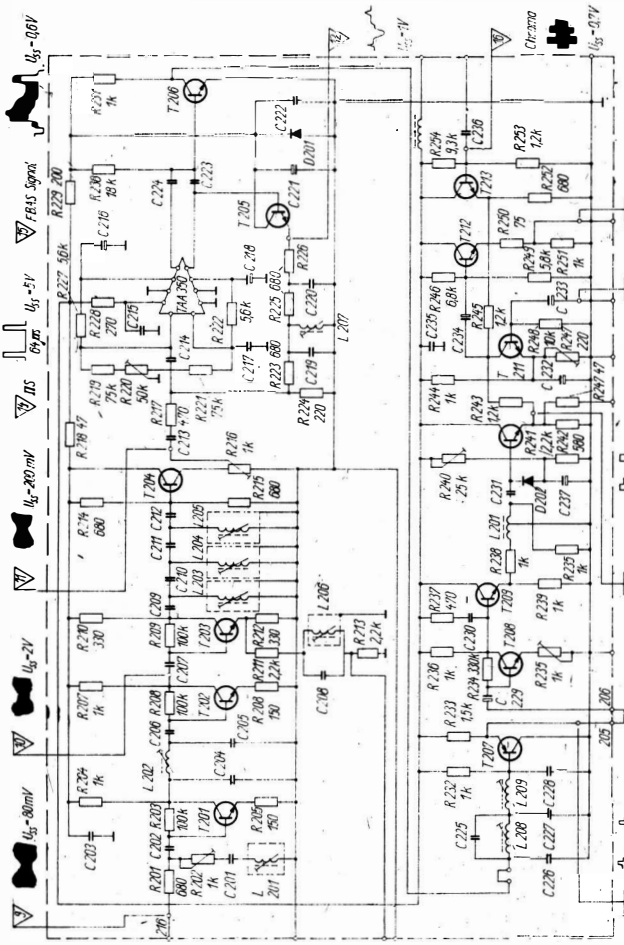


Bild 6.32 Stromlaufplan des Wiedergabeverstärkers mit Demodulator, Videoverstärker des Fernsehbandgeräts *MTV 20*

schrieben. Da die Eigenschaften der Modulator- bzw. Demodulatorkennlinie auf die Nichtlinearität einen Einfluß haben kann, wird die Messung an diesen Funktionsgruppen am Fernsehbandgerät *MTV 20* beschrieben. Das BAS-Signal liegt über R142

und R143 an der Basis der Transistoren T112, T113 des Modulators (Bild 6.24). Die Zuleitung des BAS-Signals wird unterbrochen und dafür eine der Spitzenspannung des BAS-Signals zwischen S- und Weißpegel proportionale Gleichspannung eingespeist. Jetzt kann punktweise für jeden BAS-Pegelwert die Frequenz des Modulators z. B. mit einem digitalen Frequenzzähler gemessen und das Ergebnis grafisch ausgewertet werden. Die Messung läßt sich an einem niederohmigen Punkt (nach Bild 6.24 z. B. an der Basis T115, am Meßwiderstand R901 bzw. am Punkt 113) durchführen.

In umgekehrter Folge wird die Demodulatorkennlinie gemessen. In Stellung Wiedergabe speist man ein Sinussignal mit Frequenzen des statischen Hubbereichs und mit einem Pegel ein, der dem vom Videoband an den einzelnen Stufen entspricht. Dann werden die dem BAS-Signal entsprechenden Gleichstrompegel hinter dem Demodulator gemessen. Die Auswertung führt man wieder grafisch durch. Die Frequenz des Breitbandgenerators ist dabei mit einem digitalen Frequenzzähler zu überprüfen.

Im Bild 6.32 ist der Stromlaufplan des Wiedergabeverstärkers des Fernsehbandgeräts *MTV 20* abgebildet. Am Meßpunkt 216 (s. Bild 6.22) wird der Signalweg unterbrochen und das sinusförmige Signal mit einem Pegel von $U_{ss} \approx 80$ mV im Frequenzbereich von 3 MHz (Hubfrequenz des S-Pegels) bis 4,4 MHz (Hubfrequenz des Weißpegels) eingespeist. Die Gleichspannungspegel werden am Meßpunkt 205 nach dem Demodulator gemessen. Das Sinussignal läßt sich aber auch mit einer Schleife induktiv am Videomagnetkopf einspeisen. Dabei ist die Rotationsbewegung der Videokopfscheibe zu unterbrechen und der Pegel am Meßpunkt 216 zu kontrollieren und auf etwa 80 mV einzuregulieren.

Messungen am Wiedergabeverstärker

Vom Resonanzvorverstärker (Bild 6.22) gelangt das TF-Signal über ein abgeschirmtes Kabel an die nächste Platine (Bild 6.32). Diese enthält Verstärkerstufen mit Filteranordnungen zur Frequenzgangkorrektur, den Begrenzerverstärker, den Demodulator und den BAS-Teil. Am Punkt 216 beträgt die Amplitude des Vorverstärkers etwa 80 mV. Die Resonanzüberhöhung des Vorverstärkers wird durch den Saugkreis L201, C201, R202 ausgeglichen und ein linearer Frequenzgang hergestellt. T201 verstärkt das Signal um 14 dB. Der folgende Tiefpaß L202, C204, C205 hat eine Grenzfrequenz von 5 MHz und beseitigt höherfrequente Signal-

anteile, die den Videostörspannungsabstand negativ beeinflussen können. T202 verstärkt das Signal auf etwa 2 V. Nach T202 schließt sich ein steiler Hochpaßfilter mit der Grenzfrequenz 1,2 MHz an. Die Dämpfung im Sperrbereich ist $\geq$ 60 dB. Alle unter 1,2 MHz liegenden Signalanteile (umgesetztes Farbsignal) werden wirkungsvoll unterdrückt. Über das Siebglied C208, L206 wird das umgesetzte Farbsignal von T203 ausgekoppelt.

Nach dem Hochpaßfilter gelangt das TF-Signal über T204 niederohmig zum Begrenzerverstärker. Die Begrenzerschaltung wird mit dem monolithischen integrierten Schaltkreis *TAA 350* realisiert. Dieser besteht aus 21 Transistor- und 24 Widerstandselementen und hat 2 gegenphasige Ein- und Ausgänge. Das Eingangssignal wird um 65 dB verstärkt und exakt begrenzt. An den beiden Ausgängen steht ein „sauberes" Rechtecksignal zur Verfügung, das in weiten Grenzen vom Eingangssignal unabhängig ist.

Schaltungstechnisch ist der Begrenzer so ausgelegt, daß er bei fehlendem Eingangssignal frei schwingt. Die Eigenfrequenz liegt mit 3,7 MHz in der Mitte des statischen Hubbereichs. Dropoutstörungen werden grau geschrieben. Der Demodulator arbeitet als Zähldiskriminator. An der Basis von T206 entstehen Nadelimpulse (differenzierte Rechteckimpulse C224, C223, R230), die einen impulsförmigen Kollektorstrom verursachen. Am Kollektorwiderstand R231 bilden sich durch die Integrationswirkung des nachfolgenden Tiefpasses Sägezahnsignale mit schwankender Amplitude aus. Am Ausgang des Tiefpasses steht das BAS-Signal zur Verfügung. Der Tiefpaß beseitigt auch noch vorhandene Reste des TF-Signals. Die Gegentaktanordnung des Begrenzerverstärkers verdoppelt die Trägerfrequenz. Dadurch erhöht sich der Frequenzabstand des Trägers zum Modulationsinhalt. Beide Signale können exakt getrennt werden. Die Symmetrie der Schaltung und damit die optimale Trägerunterdrückung wird mit R220 eingestellt. Vom Emitterfolger T207 gelangt das BAS-Signal zum Ausgangverstärker T208, T209. Die Nachentzerrung erfolgt durch C230, Rs237 (Deemphasis).

Bestehende Laufzeitunterschiede zwischen dem BAS- und dem F-Signal werden durch die BAS-Signalverzögerungsleitung L201 ausgeglichen. Über T211 wird das S-Signal neu eingetastet und über T213 das Chrominanzsignal (F-Signal) zum BAS-Signal addiert. An T212 liegt das komplette FBAS-Signal an.

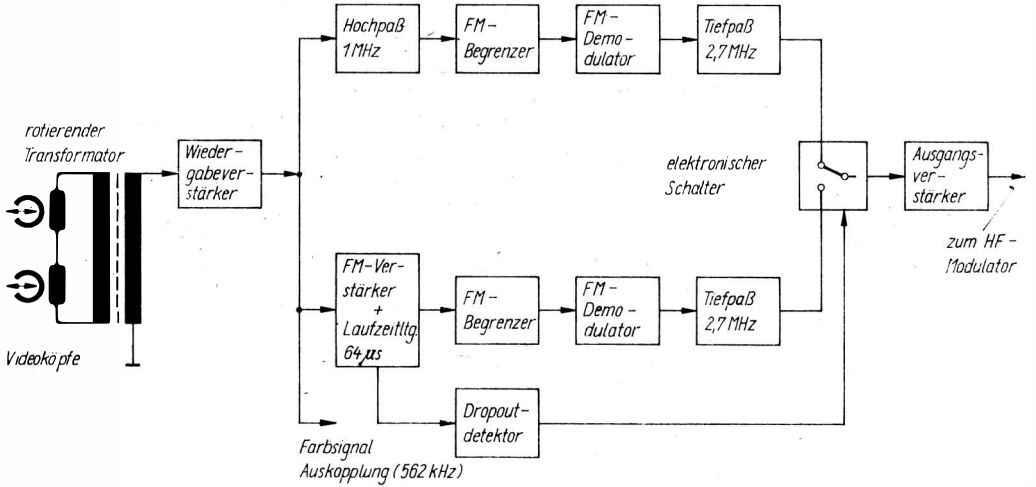


Bild 6.33 Übersichtsschaltplan des Wiedergabekanals mit Dropoutkompensation beim Fernschbandgerät *N 1500*, Firma *Philips*

Dropoutkompensation

Durch die Brücke Punkt 205, Punkt 206 (Bild 6.32) läßt sich nachträglich eine elektronische Dropoutkompensation in das Fernsehbandgerät *MTV 20* einbauen. Eine Dropoutkompensation ist ein sehr wirksames Mittel zur Qualitätsverbesserung des FBAS-Wiedergabesignals. Neuere Fernsehbandgeräte sind mit einer solchen Schaltung ausgerüstet (z. B. die Typen *MTV 30* und *MTV 50* des *Kasprzakwerks Warschau*). Im Bild 6.33 ist der Übersichtsschaltplan des Wiedergabekanals mit Dropoutkompensation vom Fernsehbandgerät *N 1500* zu sehen. Man erkennt die beiden identisch aufgebauten TF- und Demodulatorstufen für das BAS-Signal, wobei die im unteren Bildteil dargestellte Stufe zusätzlich um 1 Zeile (64 μs) verzögert wird. Die Kompensationsschaltung hat eine Ultraschallverzögerungsleitung, die in ähnlicher Form auch bei Farbfernsehgeräten verwendet wird. Beide Stufen sind mit dem elektronischen Schalter verbunden. Bei einem „dropoutfreien" Bild ist die verzögerte Stufe mit dem Ausgangsverstärker verbunden. Wird vom Dropoutdetektor eine Fehlstelle in Form eines größeren TF-Pegeleinbruchs festgestellt, so schaltet er auf die 2. Stufe, die das um 1 Zeile verzögerte Signal an den Ausgangsverstärker anbietet, um. Auf dem Bildschirm erscheint jetzt die vorherige Zeile noch einmal. Da sich der Bildinhalt innerhalb eines bewegten Bildes von Zeile zu Zeile nur unwesentlich ändert, ist „diese Täuschung" nicht wahrnehmbar. Die Dropoutkompensation berücksichtigt nur das BAS-Signal. Das Chrominanzsignal wird verhältnismäßig tieffrequent aufgezeichnet, so daß Pegeleinbrüche nicht so schnell auftreten (s. Abschnitt 1.). Mit diesem Verfahren werden Dropoutstörungen ≤ 1 Zeilenlänge kompensiert. Die schaltungstechnischen Lösungen des verzögerten Kanals und des Dropoutdetektors sind aus Bild 6.34 und Bild 6.35 zu ersehen.

Der verzögerte Kanal ist bis auf T808 und die Laufzeitleitung mit dem direkten Kanal völlig identisch. T808 gleicht die Verluste, die durch die Laufzeitleitung entstehen, aus. Von T808 gelangt das unbegrenzte TF-Signal auf die beiden Begrenzerstufen T801, T802, D801 bis D804 (Bild 6.35). Der Begrenzer beschneidet das Signal um etwa 30 dB. Am Ausgang des Begrenzers T802 erscheinen nur Pegeleinbrüche $\geqq 30$ dB. T803 ist als Hüllkurvendemodulator geschaltet, dem ein Tiefpaßfilter folgt. Der Transistor T803 sperrt bei fehlender Ansteuerung. Bei Ansteuerung

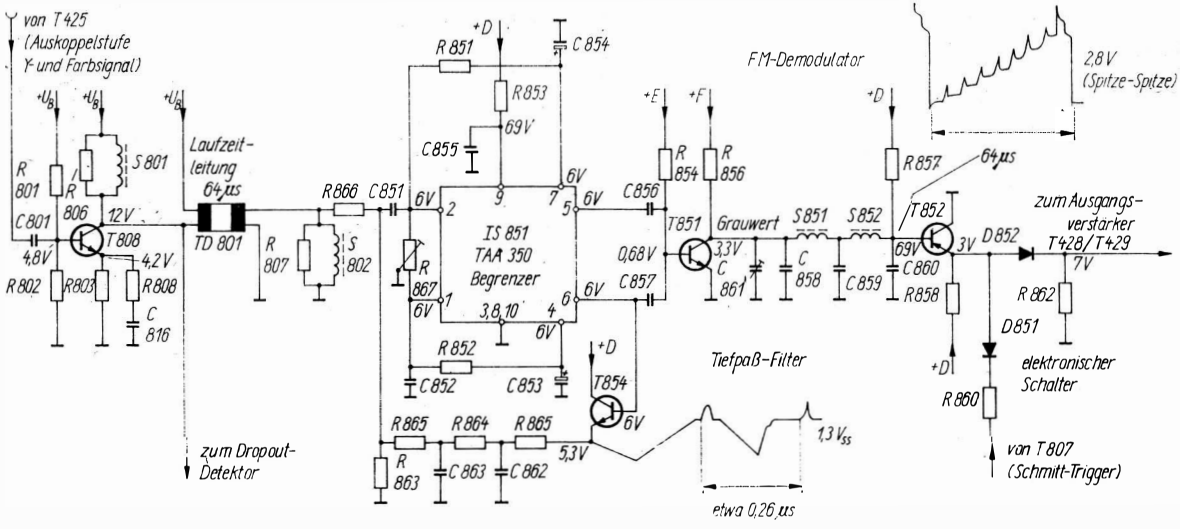


Bild 6.34 Stromlaufplan des verzögerten Wiedergabekanals beim Fernsehbandgerät *N 1500*, Firma *Philips*

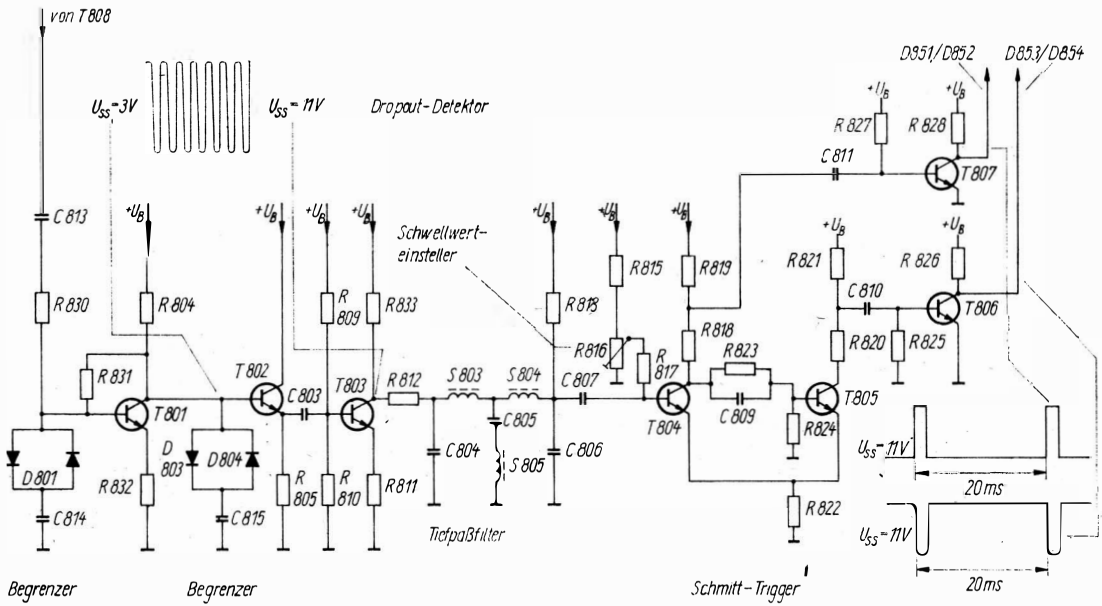


Bild 6.35 Stromlaufplan des Dropoutkompensators beim Fernsehbandgerät *N 1500*, Firma *Philips*

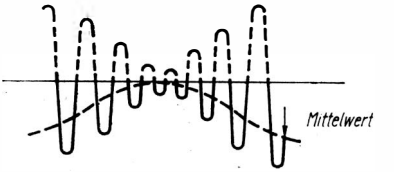


Bild 6.36
Prinzip der Mittelwertbildung

mit dem begrenzten Signal erscheint im Kollektorkreis nur eine Halbwelle, die untere Halbwelle wird durch den gewählten Arbeitspunkt unterdrückt. Der Tiefpaß bewirkt eine Mittelwertbildung der TF-Signalhalbwellen (Bild 6.36). Bei einer Dropoutstörung verläuft das Signal entsprechend Bild 6.36. Der Tiefpaß ist über C807 mit T804, T805 verbunden, die als *Schmitt*-Trigger geschaltet sind. Mit R816 kann die Ansprechschwelle eingestellt werden. Der *Schmitt*-Trigger bewirkt ein definiertes Schalten des elektronischen Schalters D851, D852 und D853, D854 (Bild 6.37). T807 und T806 werden vom *Schmitt*-Trigger gesteuert. Im Normalfall (keine Dropoutstörung) leitet T807 (Basis an Plus), und T806 sperrt (Basis an Masse). Dann leitet D851 ebenfalls, und D852 ist gesperrt, da die Anode D852 an Masse liegt. T806 sperrt und folglich auch D853. Durch die positive Spannung am Emitter von T853 leitet D854. Das unverzögerte BAS-Signal gelangt zum Ausgang.
Bei einer Dropoutstörung schaltet der *Schmitt*-Trigger, und mit T806 und T807 werden die Dioden umgeschaltet. Damit gelangt das verzögerte Signal zum Ausgangsverstärker (Bild 6.33).

6.2.2. Messungen im FBAS-Kanal

Das FBAS-Signal muß, bevor es zum Modulator des Fernsehbandgeräts gelangt, einige Stufen durchlaufen. Auch nach der Demodulation ist eine weitere Signalaufbereitung wie Beseitigung der Trägerreste, Neueintastung des S-Signals, Addition des F-Anteils bis zum normgerechten FBAS-Signal notwendig. Analog zum Abschnitt 6.2.1. werden einige ausgewählte Details beschrieben.

Messungen des Amplitudenfrequenzgangs im Luminanzkanal
Als Maß für die Auflösung im Bild wird (Abschnitt 2.4.) der Amplitudenfrequenzgang des Systems gemessen. Für eine stan-

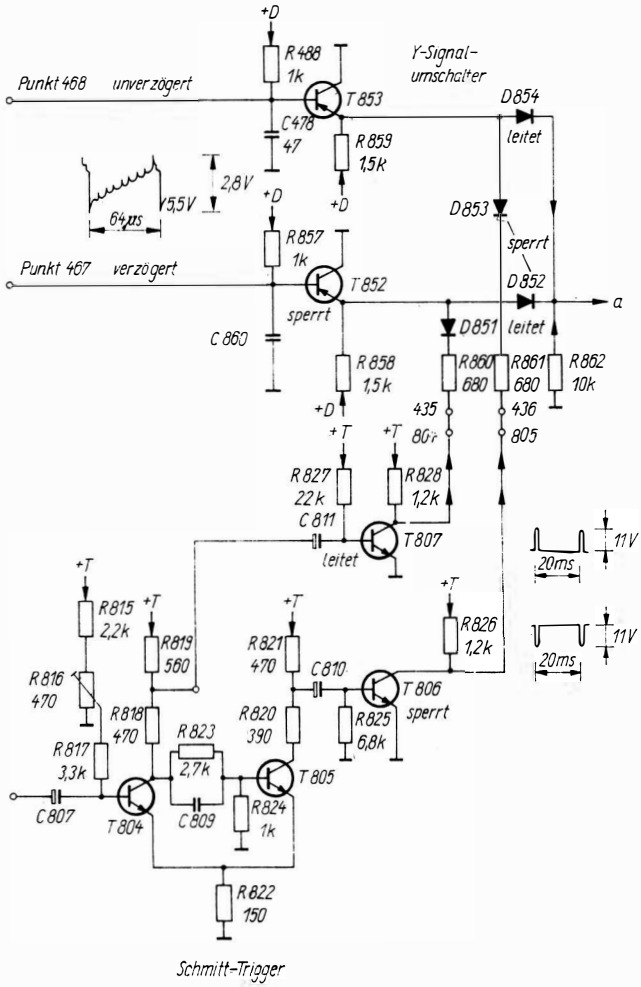


Bild 6.37 Stromlaufplan des elektronischen Schalters mit *Schmitt-Trigger* beim Fernsehbandgerät *N 1500*, Firma *Philips*

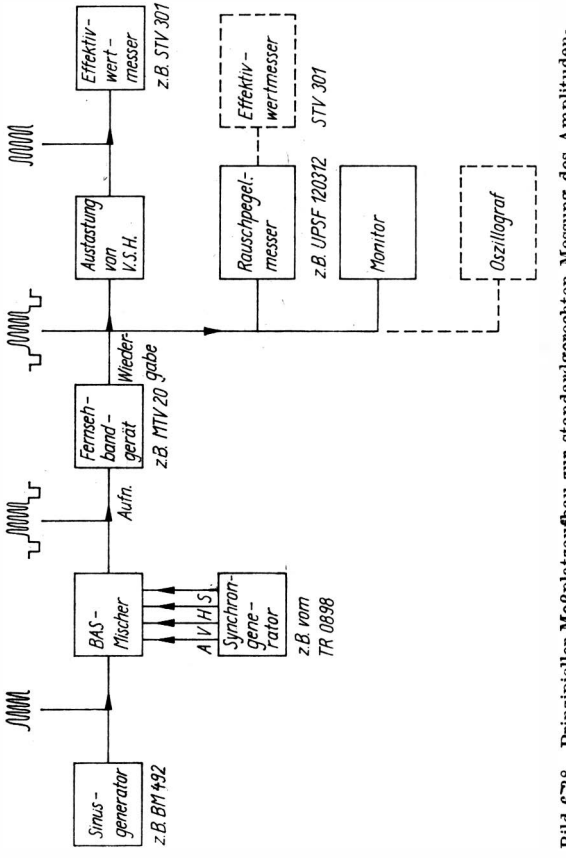


Bild 6.38 Prinzipieller Meßplatzaufbau zur standardgerechten Messung des Amplitudenfrequenzgangs

dardgerechte Messung mit einem Signal (Bild 2.3) ist ein Meßplatzaufbau angegeben (Bild 6.38). Das Meßsignal erzeugt man mit einem Sinusgenerator und Synchrongenerator im BAS-Mischer. Es wird in den Aufnahmekanal des Fernsehbandgeräts eingespeist und mit optimaler TF-Aufzeichnungsstromstärke aufgezeichnet. Bei Wiedergabe wird das S-Signal analog Bild 6.16 ausgetastet und das Sinussignal selektiv gemessen. Gleichzeitig betrachtet man den Monitor, um eventuelle moiréartige Störungen zu erkennen. Der Amplitudenfrequenzgang wird punktweise

aufgenommen, d. h., es werden nacheinander Signale (Bild 2.3) mit sinusförmigem Bildinhalt ab 0,1 MHz bis zur Grenzfrequenz aufgezeichnet und im 2. Banddurchlauf wiedergegeben. Zur Austastung kann auch der ausgetastete Ausgang eines Videostörspannungsmessers verwendet werden. Eine oszillografische Auswertung des Wiedergabesignals ist prinzipiell auch möglich, läßt aber keine exakt gesicherte Messung bei Amateur-Fernsehbandgeräten mit Amplitudenfrequenzgängen bis — 26 dB bei der angegebenen Grenzfrequenz zu.

Im Bild 6.39 ist der am Fernsehbandgerät *MTV 20* gemessene Amplitudenfrequenzgang dargestellt. Bei der Messung nach Standard muß folgendes besonders beachtet werden:

Das Meßsignal ist exakt einzustellen und vor der Messung zu überprüfen. Der Sinus-Bildinhalt darf nicht einseitig begrenzt sein. Das BAS-Signal muß bei einer selektiven Messung ausgetastet sein, da Spektralanteile des S-Signals das Meßergebnis beeinflussen können. Als Bezugssignal wird das Sinussignal bei

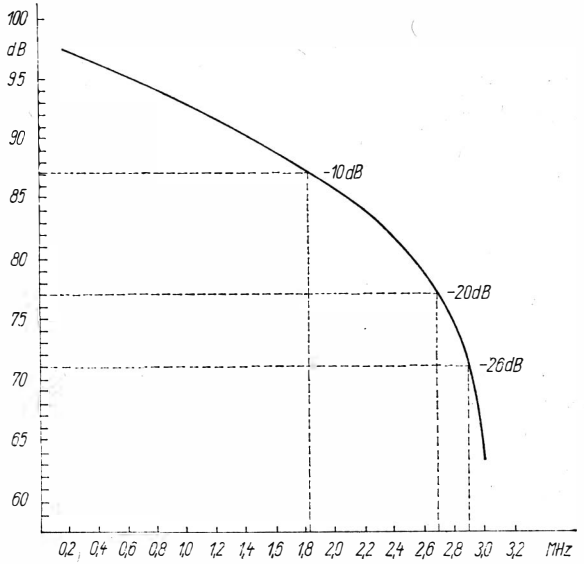


Bild 6.39 Amplitudenfrequenzgang des VCR-Fernsehbandgeräts *MTV 20*

0,1 MHz (bzw. 0,15 MHz beim selektiven Voltmeter *STV 301*) gewählt.
Der Aufwand für eine standardgerechte Messung ist sehr hoch. Diese Messung setzt eine entsprechende meßtechnische Laborausrüstung voraus. Für normale „Routine"-Überprüfungen werden daher BAS-Signale (Abschnitt 6.1.) (z. B. Testbild des *Fernsehens der DDR*, Bild 6.1) verwendet, die man am Monitor subjektiv auswertet.
Die Messung des Amplitudenfrequenzgangs im Chrominanzkanal für das *Secam*-Verfahren wird analog zum Luminanzkanal (Bild 6.38) durchgeführt, wobei für die Sinussignale $f_1 = 3{,}8$ MHz, $f_2 = 3{,}9$ MHz, $f_3 = 4{,}75$ MHz und $f_4 = 4{,}95$ MHz gewählt wird (s. Abschnitt 2.2.). Die Wiedergabesignale bei f_2 und f_3 sind die Bezugssignale für f_1 und f_4. Der Amplitudenabfall darf nicht größer als 6 dB sein.

Messungen des Videorauschabstands

Obwohl die Ursache für den erreichbaren Videorauschabstand im System TF — Aufzeichnung — Videomagnetkopf — Videomagnetband — Videomagnetkopf — TF — Vorverstärker liegt, interessiert den Anwender der erreichbare Videorauschabstand (s. Abschnitt 1. und Abschnitt 2.3.).
Der Videorauschabstand kann bei Aufzeichnung eines Signals mit konstantem Bildinhalt direkt mit dem Videostörspannungsmesser *UPSF 120312* der Firma *Rohde & Schwarz* gemessen werden. Dabei ist die Anzeige des *UPSF 120312* auf ein BA-Signal von 0,7 V geeicht, so daß der Meßwert bei Fernsehbandgeräten mit nichtstandardgerechtem BAS-Ausgang (Abweichungen von $U_{ss} = 1$ V) zu korrigieren ist. Es erweist sich häufig als zweckmäßig, den Videorauschabstand bei Schwarz-, Grau- und Weißbild zu messen. Bei Schwarzbildaufzeichnung sind bei einigen Fernsehbandgerätetypen moiréartige Störungen durch Trägerreste am Bildschirm erkennbar, die den Videorauschabstand negativ beeinflussen können. Zum Bestimmen des Videorauschabstands ist zum Messen der Amplitude des wiedergegebenen BA-Signals U_{BA} (s. Abschnitt 2.5.) zuerst ein Weißbild aufzuzeichnen. U_{BA} wird oszillografisch gemessen. Danach erfolgt die Aufzeichnung des Meßsignals. Wieder muß kontrolliert werden, ob optimale Aufzeichnungsstromstärke eingestellt ist (s. Abschnitt 4., Bild 4.1: Einfluß der Aufzeichnungsstromstärke auf Dr). Während ältere

Fernsehbandgerätetypen für den Ton- und Bildkanal eine Handeinstellung mit Anzeigeinstrument haben, gibt es heute fast ausschließlich eine automatische Signalaussteuerung. Dabei wird als Bezugssignal für die automatische Aussteuerung der S-Pegel oder auch der BAS-Pegel (z. B. Typ *Akai VT 110*) gewählt.
Bei den Geräten mit BAS als Bezugssignal wird der Videorauschabstand unabhängig vom Eingangssignal (Schwarz-, Grau- oder Weißbild) immer im Weißbild gemessen. Für das Bestimmen des Videorauschabstands beim Schwarz- oder Graubild ist bei diesen Geräten vorher die automatische Aussteuerung zu unterbrechen. Dann muß man oszillografisch kontrollieren, ob der Modulator bei Aufnahme entsprechend der Gerätedokumentation ausgesteuert wird. Eine orientierende Messung kann auch oszillografisch durchgeführt werden. Dabei ist ein Oszillograf mit möglichst hoher Bildhelligkeit zu wählen und die maximale Helligkeit einzustellen. Die Zeitbasis wird zeilenfrequent getriggert und die Spitzenspannung des Rauschsignals (Bild 6.16a) gemessen. Der Videorauschabstand errechnet sich bei der oszillografischen Messung zu

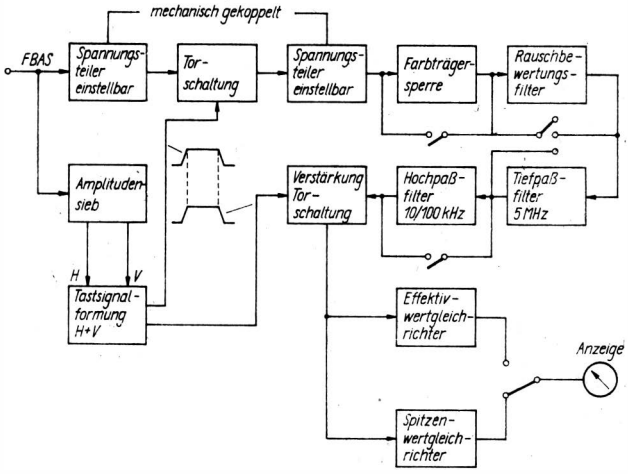


Bild 6.40 Übersichtsschaltplan eines Videostörspannungsmessers (*UPSF 120 312*, Firma *Rohde & Schwarz*)

$$D_r = 20 \lg \frac{U_{BA}}{U_{ssr}} + 18 \text{ dB};$$

U_{BA} Amplitude des wiedergegebenen BA-Signals (Weißpegel),
U_{ssr} Spitzenspannung des überlagerten Rauschens im Bildinhalt (Schwarz-, Grau- oder Weißbild).

Mit dem Summanden 18 dB (etwa ein Faktor 8) soll die Umrechnung vom Spitzenwert auf den Effektivwert berücksichtigt werden.

Bei einer Messung mit elektronischem Voltmeter ist folgendes zu beachten:

Die Bandbreite muß 5 MHz betragen. Es ist ein echter Effektivwertmesser zu verwenden. Viele Voltmeter (z. B. Typ *MV 21, VEB Präcitronic Dresden*) sind in der Anzeige auf Effektivwert bei Sinussignalen geeicht und können daher nicht verwendet werden. Der S-Impuls muß exakt ausgetastet sein (Bild 6.16).

Der Übersichtsschaltplan eines Videostörspannungsmessers (Typ *UPSF 120312*) ist im Bild 6.40 angegeben und verdeutlicht den erforderlichen Aufwand zur standardgerechten Messung.

Messungen der nichtlinearen Verzerrungen

Über den gesamten Aufnahme- und Wiedergabekanal führt man eine standardgerechte Messung oszillografisch bei Aufzeichnung und Wiedergabe eines zeilenfrequenten Sägezahnsignals durch (Bild 2.5). Für die nichtlinearen Verzerrungen wird als Maß

$$K = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\%$$

angegeben. Für die Auswertung fertigt man sich eine Maßschablone aus Millimeterpapier an. Die Abweichung vom linearen Verlauf des Sägezahnsignals ΔA und die BA-Amplitude (A) können direkt abgelesen werden.

Vor Beginn der Messungen sind der elektronische Testbildgeber (normgerechte Pegelverhältnisse, Verlauf des Sägezahnsignals) und der Oszillograf sorgfältig zu überprüfen, da beide Meßgeräte das Ergebnis beeinflussen können.

Für Fernsehbandgeräte sind Werte $\leq 10\%$ zugelassen. Für genauere Messungen bzw. hochwertigere Fernsehbandgeräte verwendet man ein Sägezahnsignal mit überlagertem HF-Signal (Bild 6.5) und wertet nach Aufnahme und Wiedergabe die Ampli-

tude des HF-Signals oszillografisch aus. Als Maß für die nichtlinearen Verzerrungen wird bei diesem Verfahren

$$K = \frac{A_{\min}}{A_{\max}},$$

$A_{\min}$ minimale Amplitude des überlagerten HF-Signals,
$A_{\max}$ maximale Amplitude des überlagerten HF-Signals, gewählt.
Bei beiden Verfahren muß bei der Angabe von Meßgrößen auch das verwendete Meßverfahren mit angegeben werden.
Das Verfahren der einem Sägezahnsignal überlagerten HF-Schwingung hat für das Farbfernsehen besondere Bedeutung. Wird als HF-Überlagerung ein Signal mit Farbträgerfrequenz gewählt, so können sowohl die Amplitudenänderungen als auch die Phasenänderungen des Farbträgerfrequenzsignals nach Durchlaufen des Prüflings gemessen werden. Bei Farbfernsehverfahren, die nach dem Quadratur-Modulationsverfahren arbeiten (*NTSC*, *Pal*), erhält man eine Aussage über aussteuerungsabhängige Farbsättigungsänderungen (differentielle Verstärkung) und über aussteuerungsabhängige Phasenänderungen (differentielle Phase).

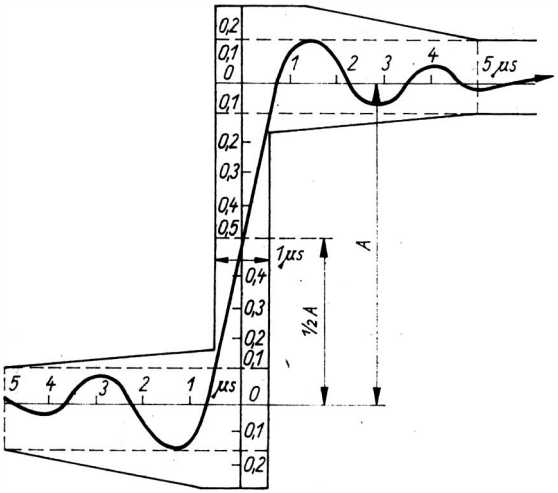


Bild 6.41 Toleranzfeld nach *RS 5359–75* zur Prüfung des Impulsverhaltens im BAS-Kanal

Bei dieser Messung interessierten also die Veränderungen des Farbträgersignals. Meßwerte können hier nur für Studio-Fernsehbandgeräte angegeben werden (typische Werte: differentielle Verstärkung 1 bis 4%; differentielle Phase 1 bis 4°).
Als weitere Messung kommt die Auswertung eines Grautreppensignals mit konstanter Höhe aller Graustufen in Betracht, (s. Bild 6.6). Vor Beginn der Messungen sind ebenfalls Überprüfungen der Meßgeräte erforderlich.

Impulsverhalten im BAS-Kanal
Es wird ein Signal (Bild 2.4) aufgezeichnet und wiedergegeben. Dabei soll die Zeitfunktion der ansteigenden und der abfallenden Flanke des Meßsignals einem $\sin^2$-Impuls entsprechen. Bei der Wiedergabe wird oszillografisch kontrolliert, ob das Wiedergabesignal im vorgegebenen Toleranzfeld gemäß Bild 6.41 liegt. Das Toleranzfeld ist im Fernsehbandgerätestandard für Amateurgeräte festgelegt. Es empfiehlt sich wieder die Anfertigung einer Meßschablone. Eine hinreichende Genauigkeit der Messung setzt einen hochwertigen Meßoszillografen, z. B. Typ *OG 2-30, VEB Meßelektronik Berlin*, oder *S 1-64* aus der UdSSR voraus.

Kontrolle der Pegelregelung des FBAS-Signals
Jedem Pegelwert des BAS-Signals wird im statischen Hubbereich eine bestimmte Frequenz zugeordnet (s. Bild 2.1). Die Aussteuerung kann durch Handeinstellung mit einem Anzeigeinstrument oder durch eine Pegelregelung des Eingangssignals vorgenommen werden. Ebenso sind Forderungen an die Pegelhöhe des F-Signals zu stellen.
Moderne Fernsehbandgeräte haben eine automatische Pegelregelung. Beim Fernsehbandgerät *N 1500*, das mit einem Tuner mit Bild-ZF-Verstärker ausgerüstet ist, wird diese Regelung im ZF-Verstärker ähnlich der in Fernsehgeräten durchgeführt. Das Fernsehbandgerät *MTV 20* hat eine automatische Pegelregelung hinter dem FBAS-Eingang (s. Übersichtsschaltplan Bild 3.12).
Am Ausgang des Regelverstärkers beträgt die FBAS-Amplitude $U_{ss} = 1\,V$ an $75\,\Omega$ (Meßpunkt 116, Bild 6.42), wobei die Amplitude des Eingangssignals in gewissen Grenzen schwanken kann. Der Regelverstärker arbeitet im Aufnahme- und Wiedergabebetrieb. Der Monitor kann bei Wiedergabe nicht übersteuert werden.

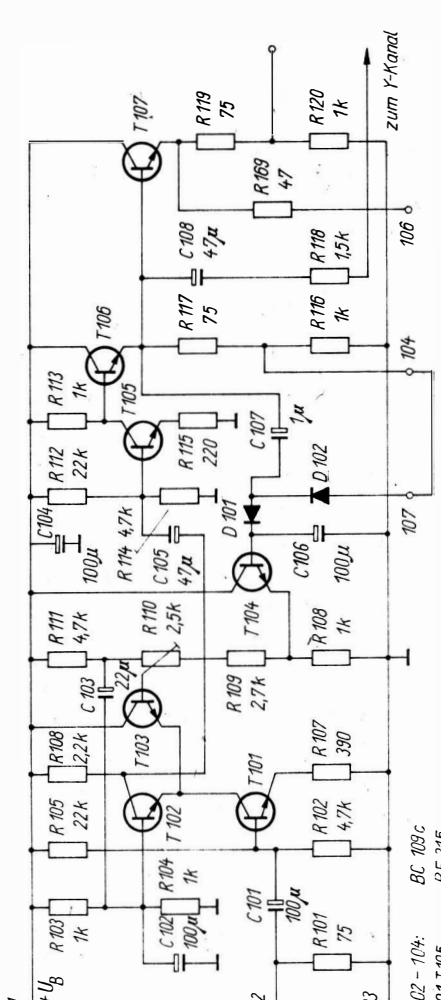


Bild 6.42. FBAS-Regelung im Fernsehbandgerät *MTV 20*

Die Funktion der Schaltung soll kurz erläutert werden. Das FBAS-Signal von der Bildquelle (Fernsehgerät, Kamera, elektronischer Testbildgeber) oder vom Demodulatorkanal gelangt.

an den Transistor T101. Die Transistoren T101, T102 und T103 bilden den regelbaren Verstärker, der durch pegelabhängige Änderung des Kollektorwiderstands für T101 (und des Emitterwiderstands von T102) die Höhe des FBAS-Ausgangssignals am Kollektor T102 beeinflußt. Das FBAS-Signal wird durch D101, D102 gleichgerichtet (Spitzenwertgleichrichtung) und durch T104 verstärkt. Bei zu großer FBAS-Signalamplitude verringert sich der Arbeitswiderstand, bei zu kleiner FBAS-Eingangsamplitude wird er hochohmiger. Durch diesen Regelvorgang bleibt die Signalamplitude am Kollektor von T102 in bestimmten Grenzen unabhängig von der Größe des Eingangssignals. Der Transistor T105 sorgt für die richtige Phasenlage (S negativ), die durch T101 um 180° gedreht wurde. T107 arbeitet als Impedanzwandler. Das FBAS-Signal steht an R119 zur Verfügung.

Einstellhinweise:

- Gerät auf Aufnahme einstellen;
- an den Kameraeingang ein in der Amplitude regelbares FBAS-Signal legen;
- Oszillograf an Meßpunkt 116 bzw. parallel zum Monitor anschließen, wobei der Monitor mit 75 Ω abzuschließen ist.
- Das Ausgangssignal muß bei einem minimalen Eingangspegel des FBAS-Signals von $U_{ss} = 0{,}4$ V bis zu einem maximalen Eingangspegel von $U_{ss} = 2$ V konstant $U_{ss} = 1$ V betragen.
- Die Symmetrie des Regelbereichs kann mit R110 eingestellt werden.

Crispeningschaltung

Das Auflösungsvermögen von Amateur-Fernsehbandgeräten und damit auch die Bildschärfe ist gegenüber den Sendesignalen begrenzt und beträgt bei VCR-Kassettengeräten etwa 3 MHz. Dieser Schärfeverlust ist im Vergleich zum Ausgangssignal wahrnehmbar. Einige Fernsehbandgerätehersteller verwenden zur Verbesserung der Bildschärfe das Crispeningverfahren. Das Prinzip läßt sich aus Bild 6.43 ersehen. Das BAS-Signal wird im 1. Differenziator differenziert. An den Signalübergängen entstehen Spitzen. Werden diese zum ursprünglichen Signal addiert, so erhält man steilere Flanken und damit einen besseren Bildschärfeeindruck. Wird die Addition in der Anordnung (Bild 6.43) gleich mit dem Signal nach dem 1. Differenziator vorgenommen, so verschlechtert sich der Störabstand. Das läßt sich vermeiden,

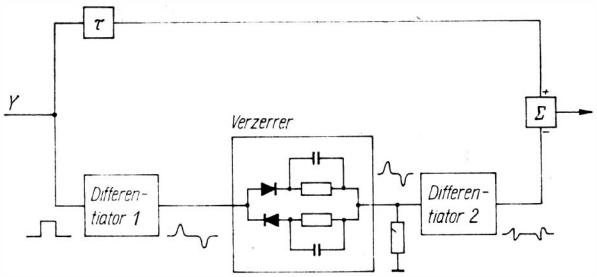


Bild 6.43 Crispeningverfahren zur Verbesserung der Bildschärfe

wenn man das differenzierte Signal über die mit Verzerrer bezeichnete Kombination führt. Dadurch werden die Differenzierspitzen durch die annähernd quadratische Spannungs-Strom-Kennlinie der Diode schmaler, so daß das Rauschen zwischen den Differenzierspitzen relativ geschwächt wird. Weiterhin unterdrücken die RC-Glieder hinter den Dioden das Rauschen, da die sich dort einstellende geringe Gleichspannung relativ kleine Signalanteile (Rauschen) sperrt. Lediglich das auf den Signalspitzen vorhandene Rauschen wird mit übertragen. Dieser Anteil am Gesamtrauschen ist jedoch relativ gering.

Im zweiten Differenziator werden die verzerrten Signalanteile nochmals differenziert und dann vom ursprünglichen Signal mit bestimmter Größe subtrahiert. Das Y-Signal wird über ein Laufzeitglied mit dem differenzierten Signal an dessen Laufzeit angeglichen. Mit recht geringem Aufwand läßt sich eine wesentliche Erhöhung der Bildschärfe ohne visuelle Verschlechterung des Störabstands erreichen.

Im sowjetischen VCR-Fernsehbandgerät *Elektronika 505* wird eine Crispeningschaltung in vereinfachter Form verwendet (Bild 6.44). Es fehlen die 2. Differenzierstufe und die RC-Glieder hinter den Dioden. Transistor T16 arbeitet als Impedanzwandler, am Meßpunkt KT 5 wird mit dem Einstellregler R59 die Amplitude des BAS-Signals eingestellt. C50, R64, R63 differenzieren das Signal, D12, D13 sind die Verzerrungsdioden. Der Transistor T18 arbeitet als regelbarer Impedanzwandler, mit R68 kann die Größe des differenzierten, verzerrten BAS-Signals und damit die beste Wirkung der Crispeninganordnung eingestellt werden. Der

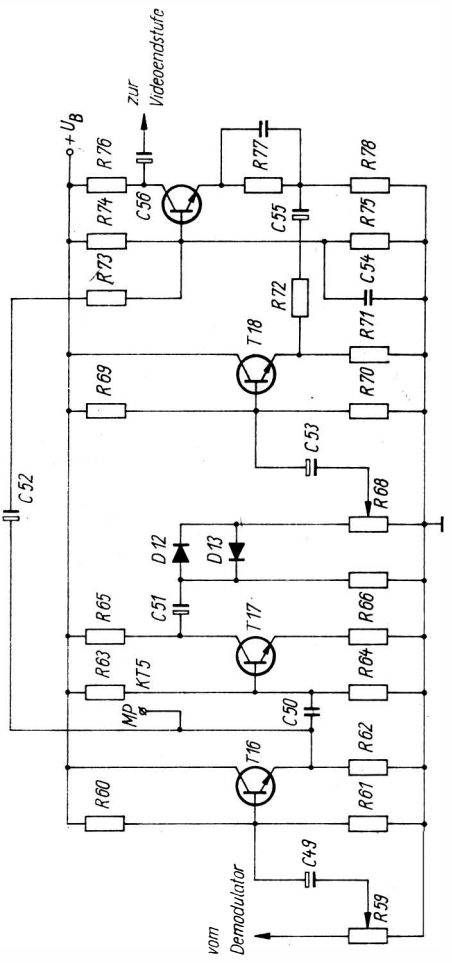


Bild 6.44 Crispeningschaltung im Fernsehhandgerät *505* der *PO Elektronika Woronesh*

Transistor T19 bildet die Addierstufe, am Kollektor dieses Transistors wird das zusammengesetzte BAS-Signal abgenommen. Es läßt sich mit R59 auf $U_{ss} = 1$ V einstellen.

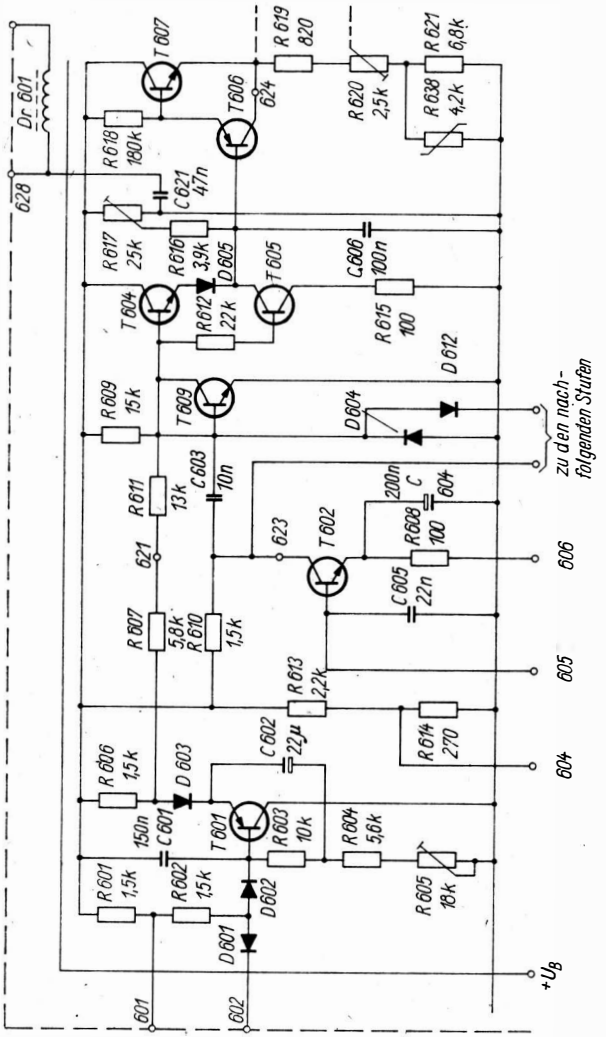


Bild 6.45 Phasenvergleichsschaltung des Fernsehbandgeräts *MTV 20*, *Kasprzakwerk Warschau*

6.3. Messungen im Servoteil

Optimale speichertechnische Daten sind nur bei einwandfreier Spurabtastung erreichbar. Das setzt eine zuverlässige Arbeitsweise des Servosystems voraus. VCR-Fernsehbandgeräte haben 2 Servosysteme, das Videokopfscheiben- und das Bandantriebs-Servosystem. Beide Servosysteme sind bei VCR-Geräten ähnlich aufgebaut (s. Abschnitt 3.2.7. und Abschnitt 3.2.8. für die Systeme des *MTV 20*).

Die Servosysteme der einzelnen Fernsehbandgeräte können sich wesentlich unterscheiden. Allen gemeinsam sind Phasenvergleichsschaltungen zur Gewinnung einer Fehlerspannung. Diese Fehlerspannung wird zur Regelung der Kopftrommel bzw. des Bandantriebs verwendet.

Die Phasenvergleichsschaltung für den Kopfservo des Fernsehbandgeräts *MTV 20* soll näher erläutert werden. Der prinzipielle Aufbau vom Kopf- und vom Bandservo unterscheiden sich nicht. Im Bild 6.45 ist der Stromlaufplan mit den Impulsgebern angegeben. Am Meßpunkt 602 liegt das Bezugssignal 25 Hz (abgeleitet aus dem V-Impuls des BAS-Signals bei Aufnahme bzw. vom 5-MHz-Quarzgenerator durch Teilung bei Wiedergabe). Die 25-Hz-Vergleichssignale (Videokopfservo: tachometrische Impulse der Videokopfscheibe, für Bandservo analoger Aufbau: tachometrische 25-Hz-Impulse des Antriebsmotors bei Aufnahme; 25-Hz-Impulse des Servokopfs der „magnetischen Perforation" des Videobands bei Wiedergabe) werden über Meßpunkt 605 an die Basis von T602 geführt. T601 arbeitet als Trapezgenerator, der durch das Bezugssignal getriggert wird. Das rechteckförmige Eingangssignal öffnet und schließt mit den Dioden D601 und D602 den Verstärkerkreis der Basis von T601 während der entsprechenden negativen und positiven Halbperiode. Die negative Flanke des Eingangssignals löst das Einsetzen des Ladungsprozesses am Kondensator C601 über die Widerstände R603, R604 und R605 aus. Nach Abschalten des Transistors T601 wird der Signalverlauf durch die Rückkopplung mit C602 und R603 linearisiert. Auf diese Weise erzielt man am Kollektor T601 einen linearen Verlauf der abfallenden Trapezflanke, deren Neigung sich mit Regler R605 einstellen läßt. Die Ausgangsimpulse von T602 (Vergleichsimpulse) werden durch den Kondensator C603 differenziert. Man erhält schmale negative Impulse, die den Transi-

stor T603 sperren. Erhält T603 kein Signal, so leitet er und schließt das über R611 zugeführte Signal gegen Masse kurz. Damit liegt die Basis von T604 ebenfalls gegen Masse. Wenn ein Vergleichssignal vorhanden ist, sperrt der negative Teil des Impulses T603. Im Kollektorkreis erscheint dann die Summe des positiv gerichteten Impulses und des Momentanwerts der Spannung der Flanke im Trapezverlauf. Bei linearer Flanke erhält man eine proportionale Abhängigkeit der Spannung von der Phasenverschiebung zwischen dem Vergleichssignal und dem Bezugssignal. Die positive Spannung des Kollektors T603 hebt die Sperrung der Transistoren T604 und T605 auf, die zusammen mit der Diode D605 und dem Kondensator C606 den Pufferkreis bilden. Der Kondensator lädt sich mit kleiner Zeitkonstante auf das Potential des Kollektors T605 auf. Dieses Potential ist proportional der Phasenverschiebung beider Eingangssignale. Die Sperrphase der Transistoren verhindert ein schnelles Entladen des Kondensators C606. Das Kondensatorpotential C606 steuert nach Passieren des Impedanzwandlers T606, T607 über den Differenzverstärker und den Ausgangsverstärker die Wirbelstrombremse (Bild 3.16, Bild 3.17). Beim Kopfservosystem sind weiterhin die Lage und die Dauer der Bildlücke zu kontrollieren. Die Bildlücke wird durch den Übergangsbereich zwischen beiden Videomagnetköpfen verursacht. Sie liegt kurz vor dem V-Impuls, um eine einwandfreie Synchronisation des Fernsehbandgeräts zu gewährleisten und möglichst unsichtbar im Bild zu sein. Für VCR-Fernsehbandgeräte wird angegeben:

— Breite der Bildlücke $\leq$ 5 Zeilen,
— Abstand vor dem V-Impuls: 8 bis 20 Zeilen,
— Schwankungsbreite der Bildlücke $\leq$ 4 Zeilen.

Zum Festlegen der Bildlücke sind bei den VCR-Fernsehbandgeräten *MTV 20* (Regler R634) und *N 1500* (Regler R223) Einstellmöglichkeiten am Differenzverstärker der Servoplatine vorgesehen. Dazu triggert man den Oszillograf vorteilhaft extern mit dem Bezugssignal (Meßpunkt 602, Bild 6.45). Zur Kontrolle der richtigen Einstellung dient das Oszillogramm am Meßpunkt 621 (Bild 6.45). Die Impulslänge (Meßpunkt 621) wird vorher mit R605 auf 5 ms und danach der Abtastimpuls mit R634 auf die Mitte der abfallenden Flanke des Trapezsignals eingestellt.

Zweckmäßig ist häufig auch die Überprüfung der Welligkeit des Bremsstroms für die Wirbelstrombremse. Eine zu große Welli-

keit führt zur Wobbelung des Bremsstroms. „Bauchtanz" und Störung der Synchronisation sind die Folgen. Die Einstellung auf Welligkeitsminimum wird beim *MTV 20* am Regler R617 (Bild 6.45) durchgeführt. Die Messung kontrolliert man oszillografisch am „heißen" Ende der Wirbelstrombremse.
Servofehler sind im FBAS-Kanal an Synchronisationsstörungen und an der periodischen Zunahme der Videorauschspannung zu erkennen. Sehr kritisch sind bei Fernsehbandgeräten mit Nachlaufsynchronisation Schwankungen der Zeilenfrequenz im Bereich von 50 bis 600 Hz. Die einzelnen Fernsehbandgerätetypen reagieren darauf unterschiedlich anfällig. Daher werden im Standard sehr hohe Forderungen gestellt (s. Abschnitt 2.3. und Bild 2.10). Eine Messung ist sehr aufwendig und sei daher nur erwähnt. In der Praxis wird ein zuverlässiger Monitor verwendet und das Wiedergabebild subjektiv beurteilt. Bei einer standardgerechten Messung nach *TGL 34 642/04* werden die H-Impulse in einem Amplitudensieb vom BAS-Signal getrennt und frequenzmoduliert. Die Auswertung des demodulierten Signals geschieht selektiv oder durch ein Filter (Bild 2.11). Die Grenzkurve ist im Bild 2.10 angegeben.
Schwankungen der Zeilenfrequenz können orientierend auch oszillografisch beurteilt werden. Für den Gleichlauf bzw. für die Tonhöhenschwankungen und für den Schlupf im Audiokanal sind für VCR-Fernsehbandgeräte Mindestwerte vorgegeben (s. Tabelle 2.1.). Die Messung wird mit einem speziellen Meßgerät, z. B. *EMT 420* (Bild 6.19), durchgeführt. Es wird im Audiokanal ein Signal mit der Frequenz 3,15 kHz aufgezeichnet; bei Wiedergabe lassen sich die Tonhöhenschwankungen und der Schlupf nach ordnungsgemäßer Kalibrierung direkt ablesen. Die Tonhöhenschwankungen können linear bzw. auch bewertet nach *DIN 45 507* gemessen werden.

6.4. Mechanische Überprüfungen

Notwendige mechanische Überprüfungen können nur an Hand von Gerätebeispielen erläutert werden.
Für das VCR-Gerät *MTV 20* ist angegeben, daß mechanische Einstellungen und Messungen nur in horizontaler Betriebslage durchzuführen sind.

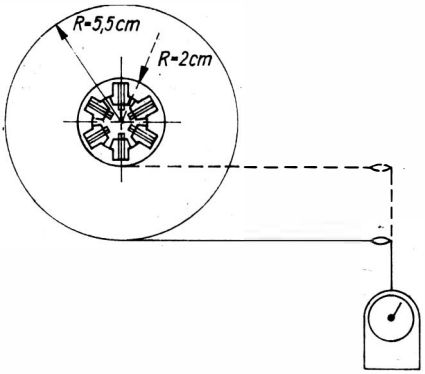


Bild 6.46
Meßanordnung zur Bestimmung des Bandzugs mit einer Federwaage
(MTV 20)

Der Bandzug wird mit einer Bandzugfederwaage kontrolliert (Bild 6.46). Dazu nimmt man das Fernsehbandgerät aus dem Gehäuse. Anstatt einer Videokassette wird eine Spule aus der Kassette verwendet und bei einem vorgegebenen Radius die Bandzugkraft in Stellung Wiedergabe gemessen. Der Aufwickelbandzug soll bei einem Radius von 20 mm (40 $\pm$ 10) p betragen (obere Spule) und der Abwickelbandzug bei einem Radius von 55 mm (20 $\pm$ 5) p (untere Spule).

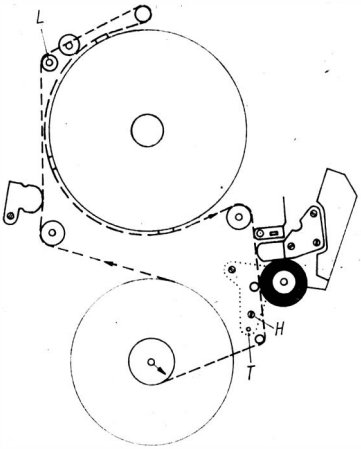


Bild 6.47
Feineinstellung des Bandlaufs beim VCR-Fernsehbandgerät
MTV 20

Für die Andruckkraft der Gummirolle an den Kapstan bei Wiedergabe sind 1600 p $\pm$ 10% vorgegeben. Zur Messung wird ebenfalls eine geeignete Federwaage verwendet und mit dieser die Gummirolle abgehoben. Die Feineinstellung des Bandlaufs setzt hohe Fertigkeit voraus und soll nur erwähnt werden. Fabrikneue VCR-Geräte sind justiert, so daß diese Einstellung nicht erforderlich ist. Es sei ausdrücklich davor gewarnt, diese Einstellungen leichtfertig durchzuführen. Für die Einstellung wird die Testkassette mit Aufzeichnungen (möglichst konstanter Bildinhalt) verwendet. Bei Wiedergabe stellt man die Hüllkurve des TF-Signals (Meßpunkt MP 216, Bild 6.22) mit dem Trackingregler auf maximale Amplitude ein. Die Bandführung L (Bild 6.47) wird auf maximale Amplitude des TF-Signals am Anfang der Hüllkurve und die Neigung der Tonrolle auf maximale Amplitude am Ende der Hüllkurve justiert.

7. Anwendungstechnik

7.1. Das magnetische Videosystem und seine Verschaltung

Der Anwender steht häufig vor dem Problem, mit einer gegebenen Technik eine möglichst leistungsfähige, universell verwendbare Fernsehanlage aufzubauen.
Im einfachsten Fall stehen eine Fernsehkamera, ein Fernsehbandgerät und ein Fernsehgerät zur Verfügung. Bei der Verschaltung der Anlage beginnen die Probleme. Das Fernsehgerät weist keinen FBAS-Ein- und -Ausgang auf und kann nicht direkt an das Fernsehbandgerät angeschlossen werden. Die Fernsehkameras haben meist sowohl einen modulierten HF-Ausgang, als auch einen BAS-Ausgang. Als Beispiel soll die Schwarz-Weiß-Kamera *TFK 500, VEB Studiotechnik Berlin* genannt werden (Bild 6.48).
Bei der Planung der Fernsehanlage sollte man generell vorher entscheiden, ob man mit FBAS-Signalen oder mit geträgerten Signalen arbeitet. Die Entscheidung, unabhängig davon, wie sie gefällt wird, beinhaltet Probleme, da komplette Gerätesysteme noch nicht erhältlich sind.
Deshalb sollen beide Methoden kurz miteinander verglichen werden.

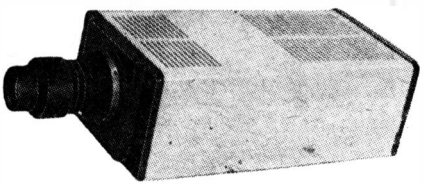
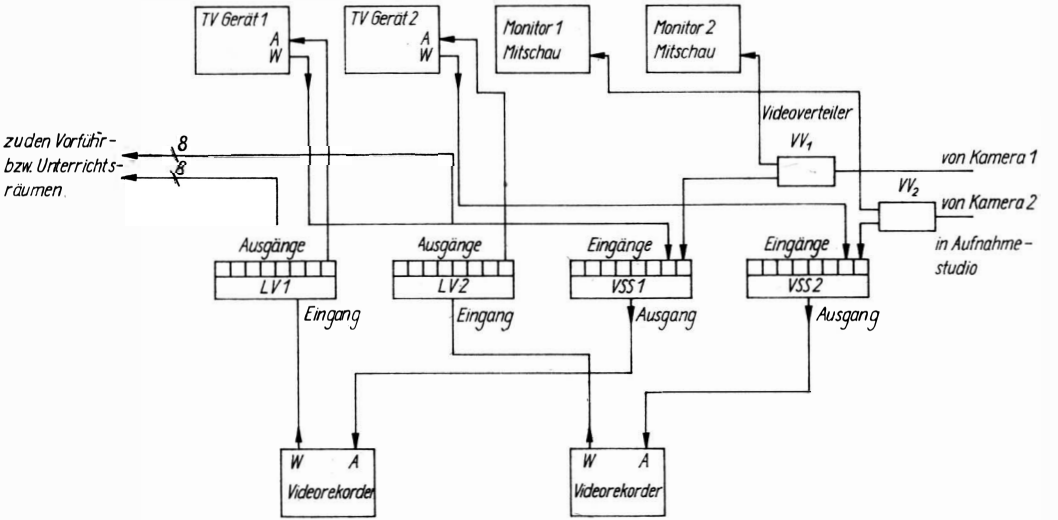


Bild 6.48
Schwarz-Weiß-Fernsehkamera *TFK 500, VEB Studiotechnik Berlin*

	FBAS-Technik	geträgerte Technik
Vorteile	keine Verluste durch zusätzliche Modulation und Demodulation; geringerer apparativer Aufwand bei kleinen Anlagen	Unempfindlichkeit bei der Übertragung gegen Brummstörungen; Vielkanalübertragung über ein Kabel (mit Tonsignal); mit einem Kabel können mehrere Fernsehbandgeräte betrieben werden
Nachteile	je Kabel ein Programm; zusätzliche Tonkanäle erforderlich; wenn Geräte an verschiedene Wechselstromnetze angeschlossen sind, muß Brummkompensation durchgeführt werden; alle Geräte müssen Netztrennung haben (Allstromgeräte sind ungeeignet); bei längeren Kabeln muß Kabelentzerrer verwendet werden	Aufwand für Modulator, Demodulator und Qualitätseinbußen;

Für eine optimale Qualität ist die FBAS-Technik günstiger. Die Anlage bleibt überschaubarer und universell nutzbar. Bei großen Anlagen mit vielen Teilnehmern kann die Trägertechnik vorteilhafter und auch ökonomischer sein. Schließlich sind auch Kombinationen beider Betriebsarten möglich.

Für viele Anwendungen bietet sich folgende Lösung an: Ein reines Wechselstrom-Fernsehgerät mit Netztrennung, wie z. B. ein Gerät der *Color-* oder *Chromat*-Serie des *VEB Fernsehgerätewerk Staßfurt*, wird zusätzlich mit einem FBAS-Ein- und Ausgang ausgerüstet. Dieses Fernsehgerät kann damit universell für den HF- und FBAS-Betrieb eingesetzt und als Signalgeber für die Aufzeichnung von Fernsehprogrammen und als Monitor be-



LV – Leistungsverstärker
VSS – Videosignalschalter

Bild 7.1 Übersichtsschaltplan einer Fernsehanlage

nutzt werden. Es lassen sich Fernsehbandgeräte mit HF-Eingangs- und Ausgangsteil und FBAS- bzw. BAS-Eingang und -Ausgang verwenden.

Für einige Fernsehbandgerätetypen (u. a. *MTV 20*) werden Einbauadapter geliefert, die man in Fernsehgeräte einbauen kann. Das vom Fernsehbandgerät kommende Signal wird durch den Adapter in den Bild-ZF-Bereich umgesetzt und in den ZF-Teil des Fernsehgeräts eingekoppelt. Bei Aufnahme wird das Bild-ZF-Signal des Fernsehgeräts ausgekoppelt, demoduliert und dem Fernsehbandgerät angeboten. Der Ton gelangt konventionell über einen Übertrager zum NF-Teil.

Im Bild 7.1 wird eine denkbare Anlage, die videomäßig verkabelt ist, vorgestellt. Dabei muß man immer beachten, daß sämtliche Signalgeber, Speicher und Signalempfänger im angepaßten Zustand betrieben werden. Alle Pegel sind auf einen Wellenwiderstand von 75 Ω bezogen und betragen $U_{ss} = 1$ V. Auf richtige Polarität des FBAS-Signals (S negativ) ist zu achten. Will man mehrere Verbraucher an eine Signalquelle schalten, so muß auch die Leistungsanpassung beachtet werden, d. h., es sind Leistungsverstärker zwischenzuschalten.

Als Programmquellen (Signalgeber) sind im vorliegenden Beispiel 2 Fernsehkameras und 2 Fernsehgeräte vorgesehen. Über die Videosignalschalter können die jeweils gewünschten Programme zum Fernsehbandgerät geschaltet werden. Eine Kontrolle des Kamerasignals ist mit den Mitschaumonitoren möglich.

Bei Wiedergabe kann normalerweise 1 Monitor an das Fernsehbandgerät angeschlossen werden. Durch Zwischenschalten der Leistungsverstärker mit 8 Ausgängen (Bild 7.1) läßt sich die Monitoranzahl erhöhen. Die beiden Fernsehgeräte TV 1, TV 2 können als Kontrollmonitore geschalten werden. Als Regieverbindung (für Anweisungen und Bedienungshinweise usw.) hat sich eine normale Wechselsprechanlage als zweckmäßig erwiesen. Für den Tonkanal ist es günstig, zusätzlich den NF-Verstärker und Lautsprecher des Fernsehgeräts zu nutzen. Spezielle Monitore (z. B. der FB-Serie des *VEB Studiotechnik Berlin*) haben keinen NF-Verstärker.

Fernsehbandgeräte mit EE-Taste führen in Stellung Aufnahme das Aufnahmesignal direkt bzw. bei hochwertiger Ausführung über die Stufen Aufnahmekanal bis zum Modulator, danach vom Demodulator bis zur Wiedergabebuchse. In Stellung Aufnahme

ist eine Funktionskontrolle von Baugruppen des Fernsehbandgeräts möglich. Gleichzeitig kann bei diesen Geräten über die Wiedergabebuchse das Aufnahmesignal kontrolliert werden, d. h., gemäß Bild 7.1 ist eine Kontrolle des Kamerasignals über den Mitschaumonitor und das Fernsehgerät mit FBAS-Eingang möglich. Das Fernsehbandgerät *MTV 20* führt bei Aufnahme das Eingangssignal über die FBAS-Regelung zur Wiedergabebuchse. Zur Produktion eigener Programme muß ein Fernsehbandgerät mit elektronischem Schnitt angeschafft werden, um einzelne Aufzeichnungen zusammenzuschneiden. Bei Verwendung der normalen Geräte führt das Aneinanderfügen der Teile zu Bildsynchronisationsstörungen. Im Bild 7.1 ist der Umschnitt von Fernsehbandgerät zu Fernsehbandgerät nicht vorgesehen.
In der professionellen Technik werden alle Bildgeber möglichst über einen zentralen Taktgeber gesteuert. Die meisten semiprofessionellen Geräte (Kameras und Fernsehbandgeräte) sind dafür nicht vorgesehen.

7.2. Selbstbau von peripheren Zusatzgeräten

Der Käufer eines Fernsehbandgeräts erkennt sehr schnell, daß bestimmte Zubehörteile für eine Fernsehanlage schwer oder gar nicht zu haben sind. Es bleibt häufig nur die Möglichkeit des Eigenbaus, um die eigenen Vorstellungen bestmöglichst zu realisieren. Folgende Baugruppen können zweckmäßig selbst gebaut werden:

- Ein- und Auskoppelnetzwerke für handelsübliche Fernsehgeräte;
- Videoschalter, Videoleistungsverstärker (Impedanzwandler);
- Modulator/Demodulator;
- Testbildgeber.

Hinzu kommen noch Schaltungsänderungen an Fernsehgeräten, die durch bestimmte Betriebseigenschaften der Amateur-Fernsehbandgeräte verursacht werden. Dazu gehören die Änderungen der Zeitkonstanten des Horizontalablenkteils und in einigen Fällen auch der Umbau dieser Funktionsgruppen. Für Meßaufgaben ist es von Vorteil, spezielle Baugruppen (z. B. den TF-Demodulator) extern zur Verfügung zu haben. Im Fernsehbandgerät werden Auskoppelstufen eingebaut, um über das unbegrenzte TF-Signal extern verfügen zu können.

Das Fernsehbandgerät *Chromat 1060* des *VEB Fernsehgerätewerk Staßfurt* ist für einen Umbau als FBAS-Signalgeber bzw. Kontrollmonitor gut geeignet. Es werden daher die Schaltungsdetails für den Umbau beschrieben. Dieser Umbau kann in ähnlicher Form auch für die *Color*-Serie bzw. für ein Schwarzweiß-Fernsehgerät (z. B. Typ *Combivision* des *Kombinat Robotron*) durchgeführt werden. Der Aufwand für die einzelnen Fernsehgerätetypen, speziell für die Baustufen der Horizontalablenkung, ist unterschiedlich hoch.

Im einzelnen ergeben sich für das Fernsehgerät *Chromat 1060* folgende Veränderungen:

— Einbau eines FBAS-Ein- und -Ausgangs;
— Umbau des Phasenvergleichs der Horizontalkippstufe.

Es hatte sich herausgestellt, daß selbst bei Änderung der Zeitkonstanten keine einwandfreie Synchronisation bei Betrieb mit Fernsehbandgeräten möglich war (Verzerrung der oberen Bildhälfte).

Einbau der FBAS-Eingangsstufe

Nach der Demodulation hat das FBAS-Signal eine Amplitude von $U_{ss} = 3$ V, wobei S negativ ist. Der Eingangsverstärker muß daher eine 3fache Verstärkung ohne Phasendrehung aufweisen. Diese Aufgabe kann mit dem integrierten Schaltkreis *A 270* (Bild 7.2) gelöst werden. Die Signalamplitude läßt sich mit dem 10-kΩ-Potentiometer auf ≈ 3 V einstellen. Wenn auf die Klangregelung beim *Chromat 1060* verzichtet wird, kann dieses Potentiometer verwendet werden. Damit ist der Pegel an der Frontplatte einstellbar. Im Fernsehgerät wird die Leitung H nach der Impedanzwandlerstufe T2392 unterbrochen und ein Relais *GBR 111* zwischengeschaltet. Für die Umschaltung kann man die Lautsprechertaste nutzen, so daß durch eine geringe Verdrahtungsänderung auch hier eine Frontplattenbedienung möglich ist. Der Lautsprecher läßt sich dann aber nicht mehr abschalten.

Gleichzeitig steht am Videoausgang (Bild 7.2) das normgerechte FBAS-Signal für weitere Verwendungen bereit. Da der Eingang des integrierten Schaltkreises vor Spannungen > 10 V geschützt werden muß, sind 2 Z-Dioden antiparallel geschaltet. Diese Maßnahme ist notwendig, da sonst bei Spannungsspitzen der *A 270* zerstört wird. Diese Spannungsspitzen treten beim *Chromat 1060* auf.

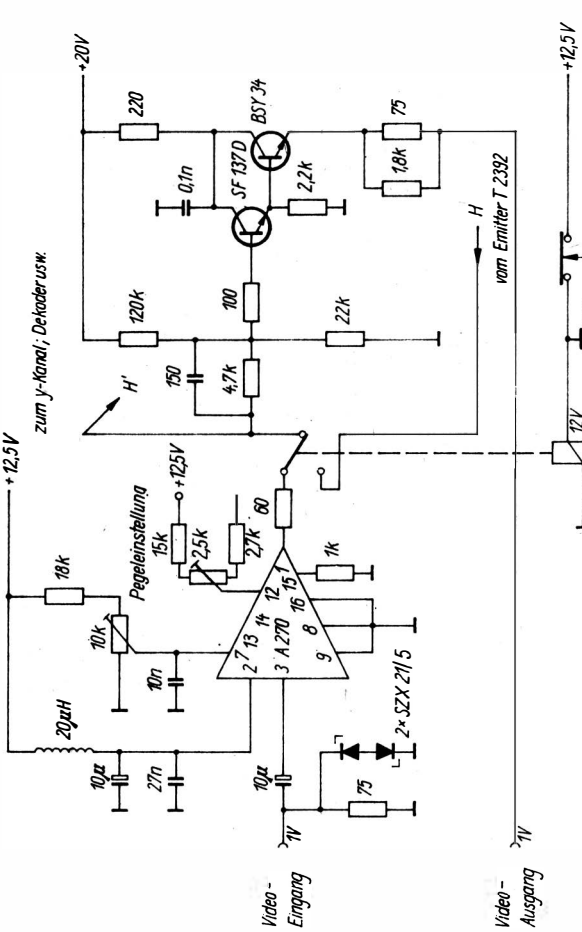


Bild 7.2 FBAS-Ein- und -Auskoppelstufe für das Fernsehgerät *Chromat 1060*

Einbau der FBAS-Ausgangsstufe

Das FBAS-Signal am Ausgang des Impedanzwandlers T2392 wird über den Eingangsspannungsteiler (Bild 7.2) dem 2stufigen Impedanzwandler *SF 137, BSY 34* zugeführt. Am Ausgang kann bei einem Abschluß mit 75 Ω das normgerechte FBAS-Signal ent-

nommen werden. Der FBAS-Ausgang ist in beiden Betriebsarten des *Chromat 1060* durchgeschaltet.

Umbau der Phasenvergleichsstufe

Der Horizontalphasenvergleich beim *Chromat 1060* erwies sich beim Betrieb mit VCR-Fernsehbandgeräten als ungeeignet. Als Ursache der auftretenden Bildverzerrungen im oberen Bilddrittel sind geringe Phasenverschiebungen des S-Signals zwischen beiden Halbbildsignalen anzunehmen. Diese geringen Phasenverschiebungen, die bei Band- bzw. Kassettenaustausch zwischen unterschiedlichen Fernsehbandgeräten des gleichen Typs bzw. auch nach Videokopfwechsel oder längerer Lagerung der bespielten Bänder auftreten, lassen sich nicht ganz vermeiden und sind daher für den Phasenvergleich zu berücksichtigen. Durch den Einsatz einer Phasenvergleichsstufe mit nicht so steiler Phasenvergleichscharakteristik (z. B. unsymmetrischer Phasenvergleich des Fernsehgeräts Typ *Combivision* des *Kombinat Robotron*) kann dieser Fehler beseitigt werden (B. 7.3). Dazu wurde die Platine Sy-Lp (Synchronisationsleiterplatte) umgebaut. Das Amplitudensieb (T4601) bleibt unverändert, ebenso die V-Auskopplung (T4604). Die symmetrische Ansteuerung des Phasenvergleichs D4601, D4602 wurde geändert. Damit kann die Transistorstufe T4603 entfallen. D4601, D4602 in Verbindung mit dem anschließenden Netzwerk arbeiten als symmetrische Phasenvergleichsstufe. Der Referenzimpuls liegt über dem Anschluß 12 an. Der Regelspannungsverstärker mit dem Sinusoszillator bleibt in der Originalschaltung.

Beim *Chromat 1060* ist die Zeitkonstantenumschaltung für den Fernsehbandgerätebetrieb vorgesehen. Dazu wird mit dem Schalttransistor T5081 die Zeitkonstante geändert. Bei der Erprobung konnte keine Verbesserung des Bildstands festgestellt werden (s. Schaltungsunterlagen des *Chromat 1060*).

Aufbau des Videosignalverteilers mit Impedanzwandler bzw. Leistungsverstärker

Videoverteiler in Kreuzschienentechnik werden vom *VEB Studiotechnik Berlin* gefertigt. Mit dem integrierten Schaltkreis *A 270 D* kann man relativ einfach einen Videoverteiler aufbauen. Dieser läßt sich nach Bedarf mit Farbträgerfalle und Klemmschaltung versehen. Aus Bild 7.4 ist der schaltungstechnische

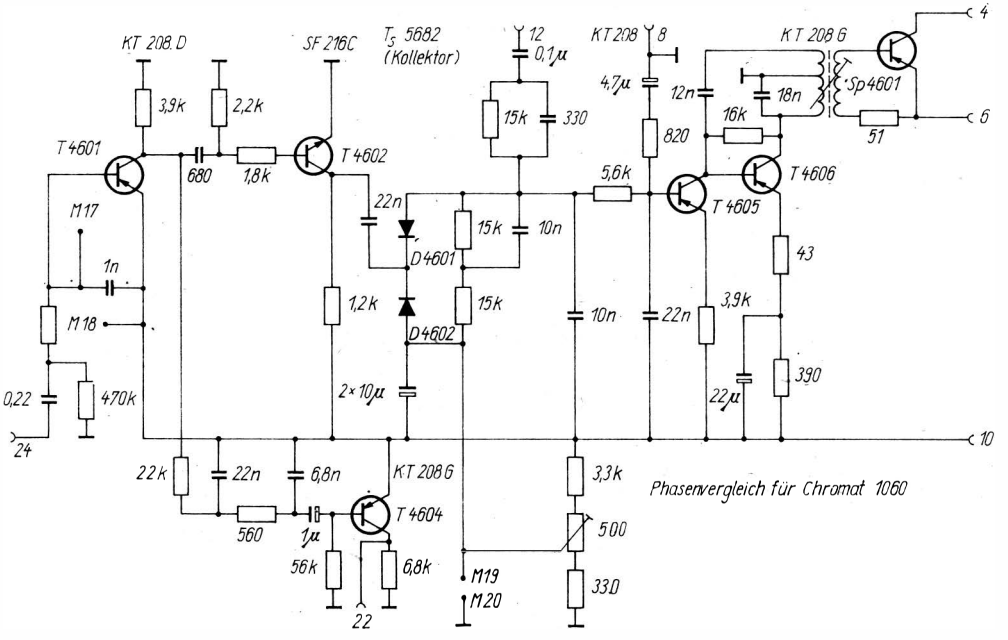


Bild 7.3 Schaltung der geänderten Phasenvergleichsschaltung des Fernsehgeräts *Chromat 1060*

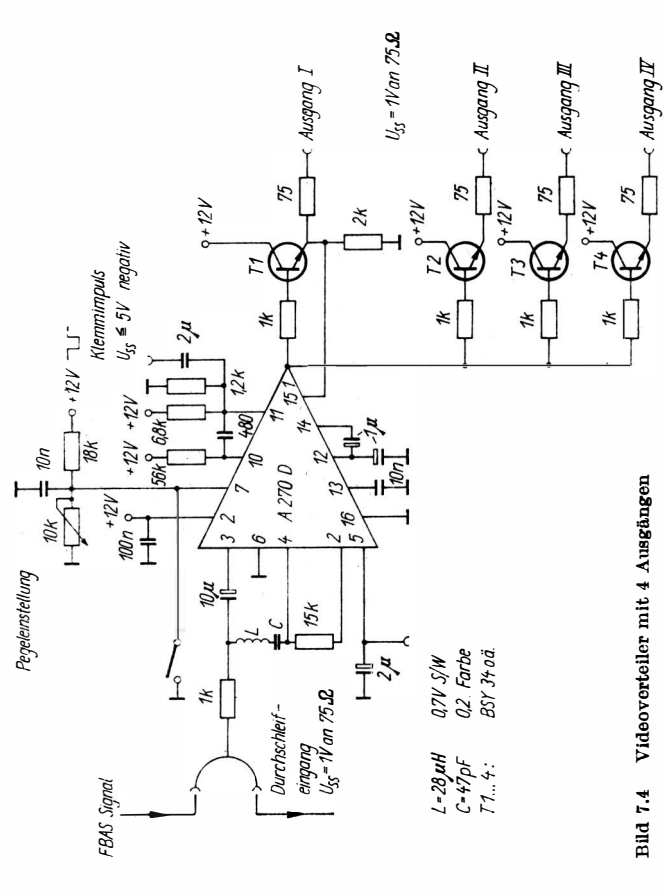


Bild 7.4 Videoverteiler mit 4 Ausgängen

Aufbau mit 1 Durchschleifeingang und 4 Ausgängen zu ersehen. Die Ausgänge sind für den praktischen Betrieb mit 75 Ω abzuschließen. Die erforderlichen Klemmimpulse (zeilenfrequent) werden zweckmäßigerweise aus einem dem Videoverteiler zugeordneten Amplitudensieb entnommen. Sie können auch vom zentralen Taktgeber kommen. Man muß darauf achten, daß die Klemmimpulse eine gewisse Breite nicht unterschreiten, da sonst eine

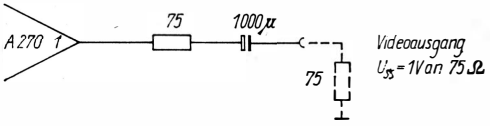


Bild 7.5 Impedanzwandler mit kapazitivem Ausgang bei Verwendung des integrierten Schaltkreises *A 270*

einwandfreie Klemmung nicht mehr möglich ist. Die Wirkung der Klemmung ist außerordentlich hoch. Die Überlagerung einer 50-Hz-Brummspannung von $U_{ss} = 2$ V zum Videosignal am Eingang von $U_{ss} = 1$ V wird vollständig kompensiert.

Die Anzahl der Ausgänge kann prinzipiell noch erhöht werden, da der Ausgang des *A 270* bei 4 angeschlossenen Transistoren noch leer läuft. In der Praxis tritt aber möglicherweise bei mehr als 5 Ausgängen eine geringe Beeinflussung der Ausgänge untereinander auf.

Mit dem Schaltkreis *A 270* kann auch ein einfacher Impedanzwandler aufgebaut werden. Bei kapazitiver Ankopplung (Bild 7.5) kommt man auch ohne Ausgangstransistor aus. Eine gleichstrommäßige Auskopplung des Videosignals an Pkt. 1 an den Lastwiderstand 75 Ω führt zu einer unzulässigen Erhöhung des Kollektorstroms des Ausgangstransistors im Schaltkreis *A 270* auf etwa 40 mA. Laut technischer Daten sind maximal 20 mA zulässig.

Der Impedanzwandler läßt sich verhältnismäßig einfach mit diskreten Bauelementen aufbauen (Bild 7.6). Diese Schaltung ist in vielen Industriegeräten zu finden.

Eine weitere bewährte Schaltung eines Videoverteilers mit 4 Aus-

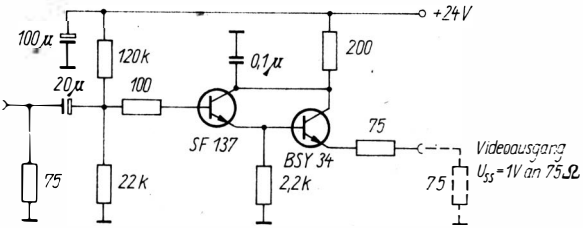


Bild 7.6 Diskret aufgebauter Impedanzwandler mit gleichstromgekoppeltem Ausgang

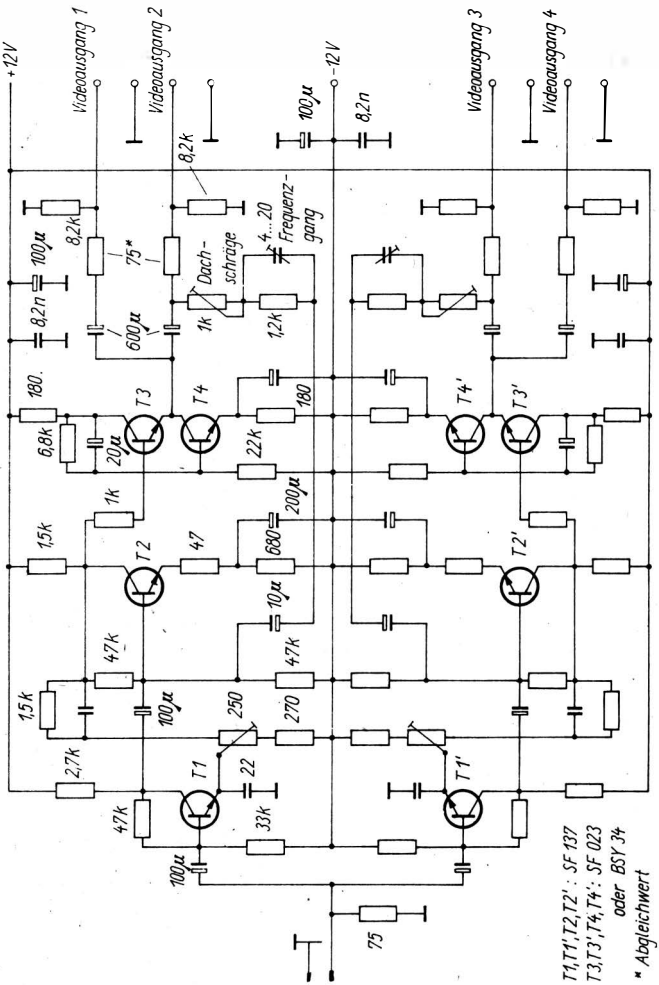


Bild 7.7 Videoverteiler in diskreter Technik mit 4 Ausgängen

gängen ist aus Bild 7.7 zu ersehen. Bei dieser Schaltung lassen sich eine Frequenzgangkorrektur und eine Dachschrägenkompensation durchführen.

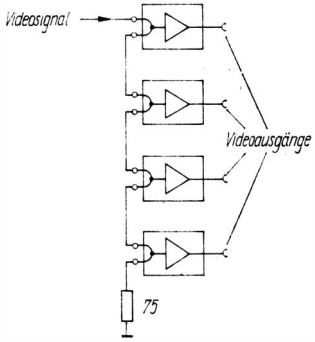


Bild 7.8
Durchschleiftechnik

Es soll noch auf ein vorteilhaftes Detail hingewiesen werden. Zweckmäßig sollten die Eingänge der Zusatzgeräte mit einem hochohmigen Eingang versehen sein. Damit kann das Signal von einem Eingang zum nächsten durchgeschleift werden. Das Ende der Kette wird dann mit 75 Ω oder einem entsprechenden Verbraucher abgeschlossen (Bild 7.8). Diese Technik wurde auch im Videoverteiler berücksichtigt (Bild 7.4).

Modulations- und Demodulationsschaltungen

Um die Leistungsfähigkeit des Begrenzers und Demodulationskanals eines Fernsehbandgeräts zu überprüfen, ist es zweckmäßig, einen Bezugsdemodulator aufzubauen. Ein solches Teilgerät läßt sich relativ einfach unter Verwendung des integrierten Schaltkreises *A 220* anfertigen. Das zu prüfende Videogerät muß einen TF-Ausgang haben. Das unbegrenzte TF-Signal kann auch über einen Impedanzwandler herausgeführt werden. Auf Grund der sehr guten Begrenzung des *A 220* ist z. B. die Dropoutrate beim Betrieb über den Bezugsdemodulator merklich geringer (z. B. bei Verwendung einfacher Fernsehbandgeräte, z. B. *MTV 10*). Der Demodulator hat eine ausgezeichnete Linearität über einen sehr großen Bandbreitenbereich. Da die Amplitude des am Punkt 8 des *A 220* zur Verfügung stehenden Videosignals eine Funktion der Güte des Referenzschwingkreises (Güte etwa 3) ist, muß die sehr geringe Amplitude erst entsprechend angehoben werden. Das geschieht mit T1. Anschließend folgt ein Tiefpaß, der die Trägerreste ausfiltert. T2 arbeitet als Impedanzwandler (Bild 7.9).
Bei Farbfernsehverfahren mit Quadraturmodulation ist oft der

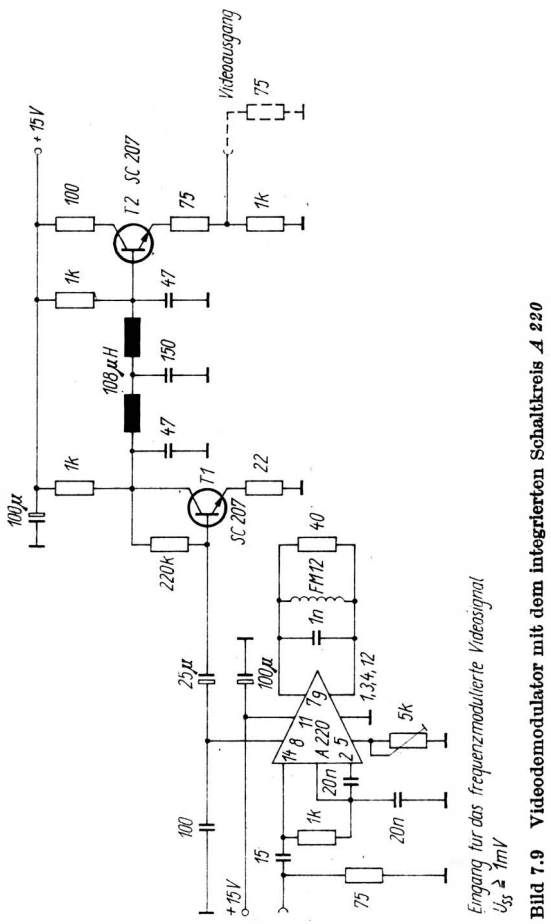


Bild 7.9 Videodemodulator mit dem integrierten Schaltkreis *A 220*

Aufbau von sogenannten Synchrondemodulatoren notwendig (Zuführung des unterdrückten Trägers zum Seitenband). Auch dafür eignet sich der *A 220* sehr gut (Bild 7.10). Die Amplitude des geträgerten Farbdifferenzsignals soll an den Punkten 7 und 9 etwa $U_{ss} = 300$ mV betragen. Die Amplitude des am Pkt. 14 einzuspeisenden Referenzträgers soll 10 mV nicht überschreiten.

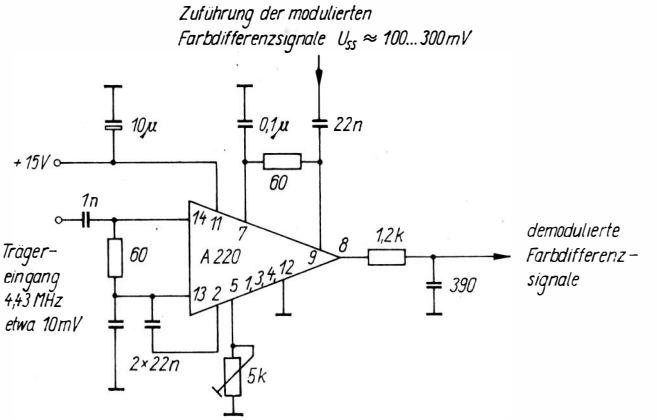


Bild 7.10 Synchrondemodulator mit dem integrierten Schaltkreis *A 220* für Farbdifferenzsignale

Im Bild 7.11 ist der Stromlaufplan eines UHF-Modulators für das FBAS- und das Audiosignal dargestellt. Das komplette Fernsehsignal wird moduliert und kann über einen festgelegten UHF-Kanal eines Fernsehgeräts empfangen werden. Der Transistor T1 arbeitet als FM-Modulator für das NF-Audiosignal. Das entstandene 5,5-MHz-FM-Signal wird an T5 zum FBAS-Signal addiert. Das FBAS-Signal wird über T4, einen Tiefpaß und T5 geführt.

Der Transistor T2 arbeitet auf dem gewünschten UHF-Kanal. Der Träger gelangt über einen *Lecher*-Kreis zum Modulator T3. An der UHF-Buchse kann das modulierte Fernsehsignal abgenommen werden. Bei dieser Schaltung stehen beide Seitenbänder zur Verfügung. Das untere Seitenband wird nicht unterdrückt. Mit diesem Modulator kann ein Fernsehbandgerät an normale Fernsehgeräte angeschlossen werden. Beim Aufbau des UHF-Modulators sind die Bestimmungen der *Deutschen Post* zu beachten.

Modulator für Farbdifferenzsignale mit unterdrücktem Träger unter Verwendung des A 220

Bei Farbfernsehverfahren mit Quadraturmodulation und unterdrücktem Farbträger werden die Farbdifferenzsignale einem

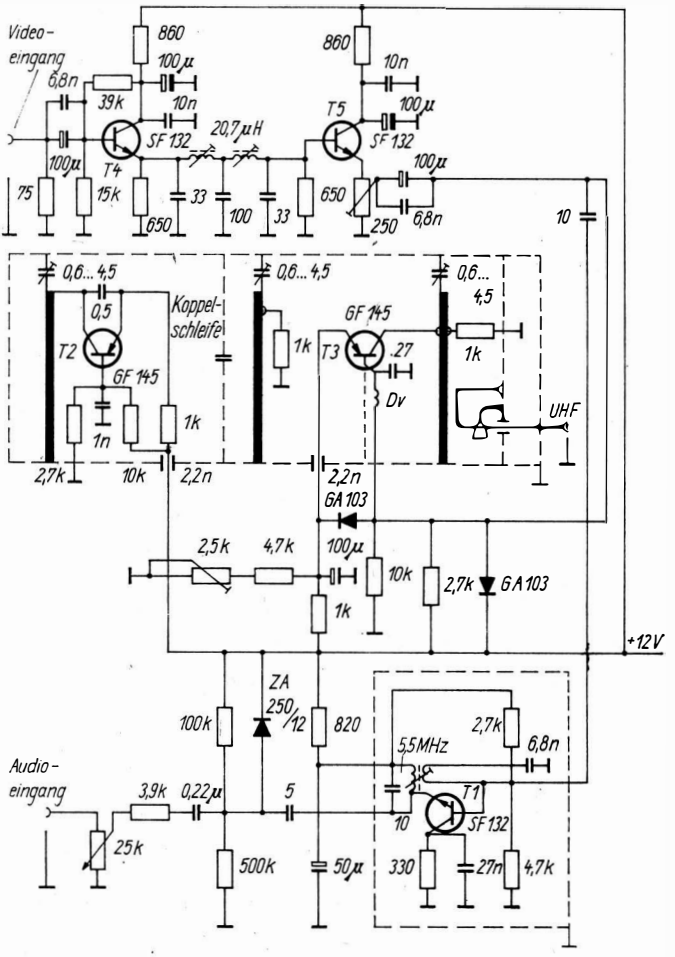


Bild 7.11 Kompletter UHF-Modulator für das FBAS- und Audiosignal

Farbträger aufmoduliert. Bezüglich der Trägerunterdrückung sind hohe Anforderungen zu erfüllen; bei unbuntem Signal darf kein Farbträger im Bild zu sehen sein. Im Bild 7.12 ist der Strom-

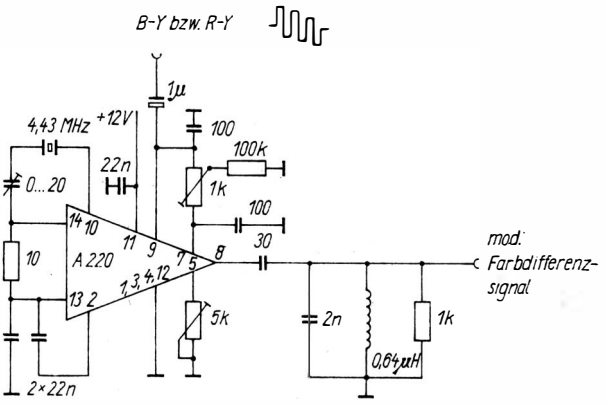


Bild 7.12 Modulator für Farbdifferenzsignale mit unterdrücktem Träger unter Verwendung des Schaltkreises *A 220*

laufplan einer einfachen Schaltung mit dem Schaltkreis *A 220* angegeben.

Der Begrenzerverstärker arbeitet als Oszillator, der Vierquadrantenmultiplikator als Modulator. Aufgrund des streng symmetrischen Aufbaus des Begrenzerverstärkers werden Trägerunterdrückungen bis — 40 dB erreicht. Der Feinabgleich der Farbträgerunterdrückung wird mit dem Trimmregler 1 kΩ durchgeführt. Die Amplitude des Farbdifferenzsignals soll etwa 0,3 V (U_{ss}) betragen.

Änderung der Zeitkonstante im Phasenvergleich eines Fernsehgeräts

Obwohl die Servoschaltungen des Fernsehbandgeräts verhältnismäßig aufwendig sind, verbleiben doch geringfügige Geschwindigkeitsschwankungen. Diese können auf dem Bildschirm eines Fernsehgeräts zum sogenannten „Bauchtanz" führen. Diese Erscheinung läßt sich verringern, wenn die Zeitkonstante des Horizontalphasenvergleichs im Fernsehgerät geändert wird.

Generell muß man die Zeitkonstante verkleinern, damit die Geschwindigkeitsschwankungen und damit auch die Frequenzschwankungen schneller ausgeregelt werden. Als „Faustregel" wird die Verkleinerung des Wertes von C1 (Bild 7.13) auf $^1/_{10}$ bis

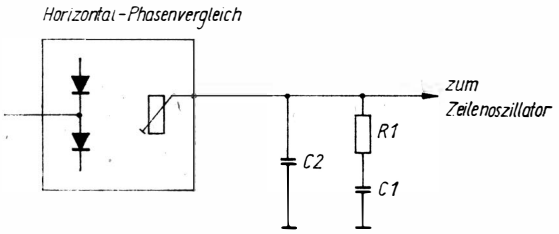


Bild 7.13 Änderung der Horizontalzeitkonstanten im Fernsehgerät

$^1/_{15}$ des ursprünglichen Wertes angegeben. Beim Fernsehgerät *Chromat 1060* brachte die Verringerung der Zeitkonstanten bei geändertem Phasenvergleich keine sichtbaren Verbesserungen. Es ist im praktischen Fall immer zu prüfen, ob noch andere Bauelemente die Größe der H-Zeitkonstante beeinflussen. Diese sind dann ebenfalls zu ändern. Das optimale Ergebnis ist empirisch zu ermitteln, wobei als Kriterium das Wiedergabebild am Fernsehgerät verwendet wird.

Schon geringe Geschwindigkeitsschwankungen müssen zu diesen Bildstörungen führen. Beim VCR-Verfahren ist die Information einer Zeile auf eine Spurlänge von 0,5 mm aufgezeichnet. Auf dem Bildschirm (61-cm-Röhre) nimmt dieselbe Zeile einen Platz von etwa 500 mm ein, das entspricht einer 1000fachen Vergrößerung.

Elektronische Testbildgeber

Schaltungen von elektronischen Testbildgebern werden in den Fachzeitschriften häufig beschrieben. Daher sollen auch einige Schaltungsbeispiele als Anregung für eigene Arbeiten vorgestellt werden.

Störsignalgeber

Mit dem Störsignalgeber (Bild 7.14) lassen sich vielfältige Messungen an den Geräten der Fernsehtechnik durchführen. Er erzeugt Rauschen und Brummen bzw. ermöglicht die Einblendung von extern zugeführten Störungen in einen Videokanal. Die Messungen können zur Synchronisiersicherheit, zur Wirksamkeit von Klemmschaltungen und für vergleichende Störabstandsuntersuchungen durchgeführt werden.

Die Rauschspannung wird in der Baustufe T1 bis T5 erzeugt und steht an M1 zur Verfügung. Es handelt sich um einen hoch-

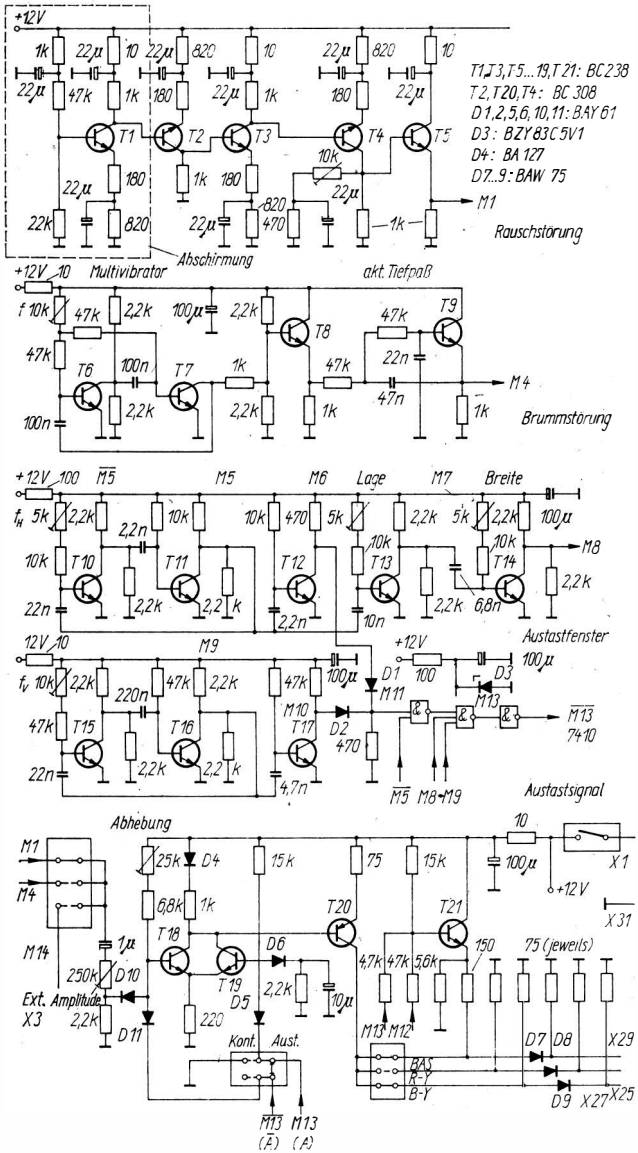


Bild 7.14 Schaltung eines Störsignalgebers (nach *Siemens* Schaltbeispiele, Ausgabe 1976/77)

empfindlichen Verstärker mit 60 dB Verstärkung. Die Brummspannung wird mit den Transistoren T6 und T7, die als Multivibrator geschaltet sind, erzeugt. T8, T9 arbeiten als aktiver Tiefpaß. An M4 liegt das Brummsignal niederohmig an. Die Brummfrequenz läßt sich mit Regler f einstellen. Da die Störsignale zu einem Videosignal addiert werden müssen, enthält die Schaltung auch die Erzeugung des S-Signals zum Aufbau des Videosignals. Mit T10, T11 werden zeilenfrequente und mit T15, T16 bildfrequente Impulse erzeugt. T12, T17 formen diese Impulse in Zeilen- und Bildsynchronimpulse, die über das ODER-Gatter (D1, D2) kombiniert werden. Mit M5 (Kollektor T10) wird im Gatter 1 des *7410* (*Siemens FLH 111*) der Vertikalimpuls unterteilt. M12 ist das vollständige S-Signal. Der M5-Impuls steuert T13 und dann T14 an. Sie formen einen in der Lage und Breite variablen Horizontalaustastimpuls M8. Mit diesem Signal lassen sich die Störsignale in ein definiertes Fenster des Fernsehbilds einblenden.

M8, M9, M12 werden über das Gatter 2 zu einem vollständigen Austastsignal (M13) zusammengefaßt. T18 und T19 arbeiten als elektronischer Schalter, der ein Austasten der Störsignale ermöglicht. Diese Austastung kann wahlweise ab- und zugeschaltet werden (Betriebsarten kontinuierlich/Austastung). An den Ausgängen des Störsignalgebers kann man andere Geräte, z. B. Koder (Ausgänge BAS, R-Y, B-Y), betreiben.

Die Bauelemente sind gegen Äquivalenttypen austauschbar (*FLH 111* ≙ *7410* ≙ *D 110*).

Farbbalkengeber

Der Stromlaufplan eines einfachen Farbbalkengebers ist im Bild 7.15 angegeben. In Verbindung mit einem Koder kann ein universeller elektronischer Farbbildgeber aufgebaut werden. Das Farbbalkenmuster ergibt sich wie folgt (von links nach rechts):

— schwarz,
— blaues Farbdifferenzsignal (bei *Pal* U),
— rotes Farbdifferenzsignal (bei *Pal* V),
— grünes Farbdifferenzsignal (bei *Pal* W),
— zu W orthogonales Farbdifferenzsignal X (W-O),
— purpurnes Farbdifferenzsignal Q,
— orange Farbdifferenzsignal I,
— weiß.

Die Ausgangssignale Y, R-Y, B-Y setzen sich für die einzelnen

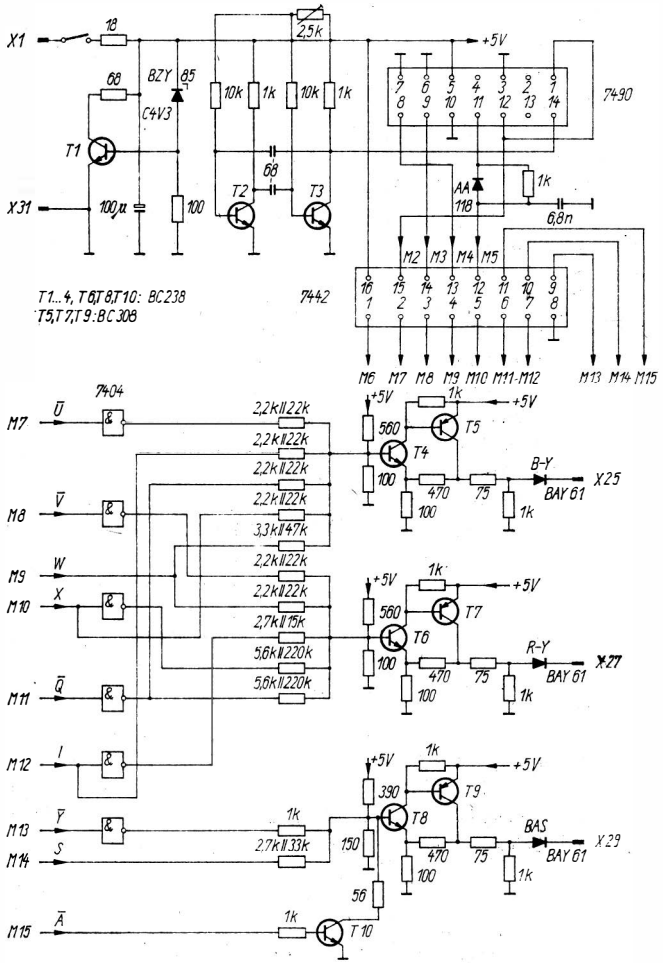


Bild 7.15 Schaltung eines Farbbalkengebers (nach *Siemens* Schaltbeispiele, Ausgabe 1976/77)

Felder wie folgt zusammen:

$$Y = 0{,}5\,W + 0{,}5\,A + 0{,}4\,S,$$

$$R\text{-}Y = 0{,}5\,V - 0{,}5\,W - 0{,}18\,X + 0{,}10\,Q + 0{,}43\,I,$$

$$B\text{-}Y = 0{,}5\,U - 0{,}33\,Q - 0{,}5\,X + 0{,}5\,Q - 0{,}5\,I.$$

T2, T3 arbeiten als Taktgenerator mit der 10fachen Zeilenfrequenz, die dann dem Zähler *7490* zugeführt wird. Die Ausgangsimpulse des Zählers werden mit dem *7442* dekodiert. Es führt nacheinander immer einer der Ausgänge L-Pegel. 8 Impulse sind Steuerimpulse für die einzelnen Farbfelder, die restlichen 2 Horizontal-Synchronimpuls und Horizontal-Austastimpuls.
Mit Hilfe des Inverterschaltkreises *7404* und den Steuerimpulsen für die einzelnen Farbfelder werden die Signalanteile aufgebaut, die positive Koeffizienten in der Matrixgleichung aufweisen. Die entsprechend gewählten Spannungsteiler gewährleisten dann ein richtiges Signal.
Vor den Verstärkerstufen T4, T6 und T8 entstehen 2 Farbbilddifferenzsignale und das Leuchtdichtesignal. Hinter dem Verstärker liegen sie mit Normpegel niederohmig an.
Die Bauelemente sind wieder durch Äquivalenttypen austauschbar. Für *7404* können *D 100* verwendet werden. Die entsprechenden Schaltkreise *FLJ 161* ≙ *7490* und *FLH 281* ≙ *7442* werden von *Tesla* gefertigt.
Sägezahngenerator
Zur Messung der nichtlinearen Verzerrungen und auch für Messungen von differentiellen Amplitudenfehlern (Abschnitt 2.2. und Abschnitt 6.2.2.) wird ein Sägezahnsignal mit bzw. ohne Überlagerung eines HF-Signals verwendet. Der Stromlaufplan für einen Sägezahngenerator ist im Bild 7.16 angegeben.
Die Transistoren T1, T2 arbeiten als Multivibrator und erzeugen die Zeilenfrequenz. Dieses Signal wird auch zur Austastung des überlagerten Trägers verwendet. T3 verzögert diese Impulse. M8 markiert den Anfang der Austastlücke. An M4 liegen nach T4 die Zeilenimpulse. Diese werden nach dem Gatter *7404* verzögert abgenommen (M4). T5 ist als Konstantstromquelle geschaltet, die den Kondensator 4,7 μF auflädt, der mit IS1-6 zeilenfrequent periodisch entladen wird. Am Kondensator bildet sich eine Sägezahnschwingung, die über den Impedanzwandler T6 zum Ausgangsverstärker T7 und T8 gelangt. Dieser Sägezahnschwingung wird eine 4,43-MHz-Schwingung additiv überlagert, die ein quarzstabilisierter Generator erzeugt, der aus den Gatterbausteinen IS1-2 und IS1-3 besteht. Die Austastung des Sinussignals geschieht zwischen den Stufen IS1-4 und IS1-5 mit dem M2-Impuls.
Verschiedene Signalkombinationen sind möglich: Der Sägezahn

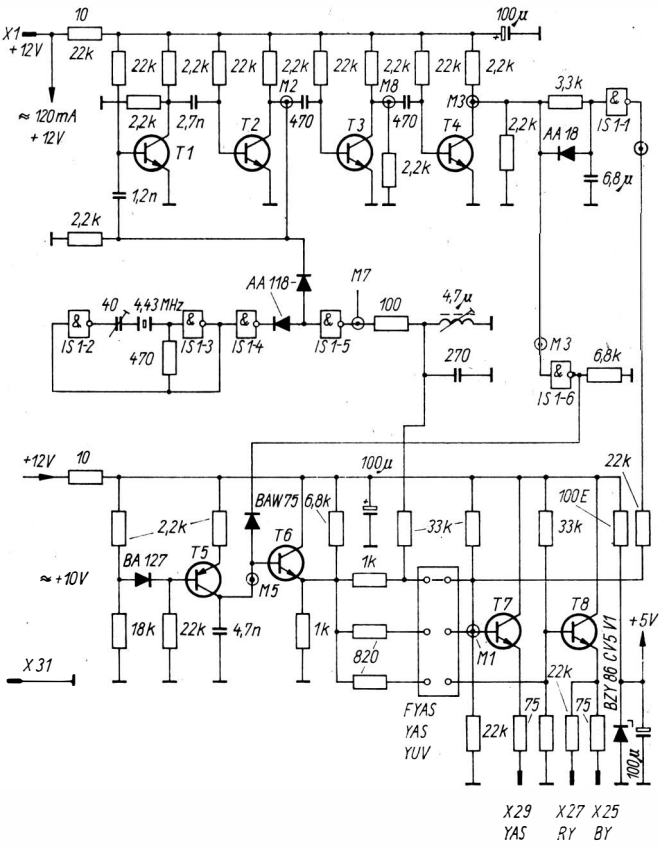


Bild 7.16 Schaltung eines Sägezahngenerators (nach *Siemens* Schaltbeispiele, Ausgabe 1976/77)

kann entweder auf den FBAS-Ausgang oder auf beide Farbdifferenzsignalausgänge aufgeschaltet werden.

BAS-Signalmischer

Handelsübliche elektronische Testbildgeneratoren bieten das BAS-Signal (Bild 2.3) zur Messung des Amplitudenfrequenzgangs von Amateur-Fernsehbandgeräten nicht an. Hier ist nur ein

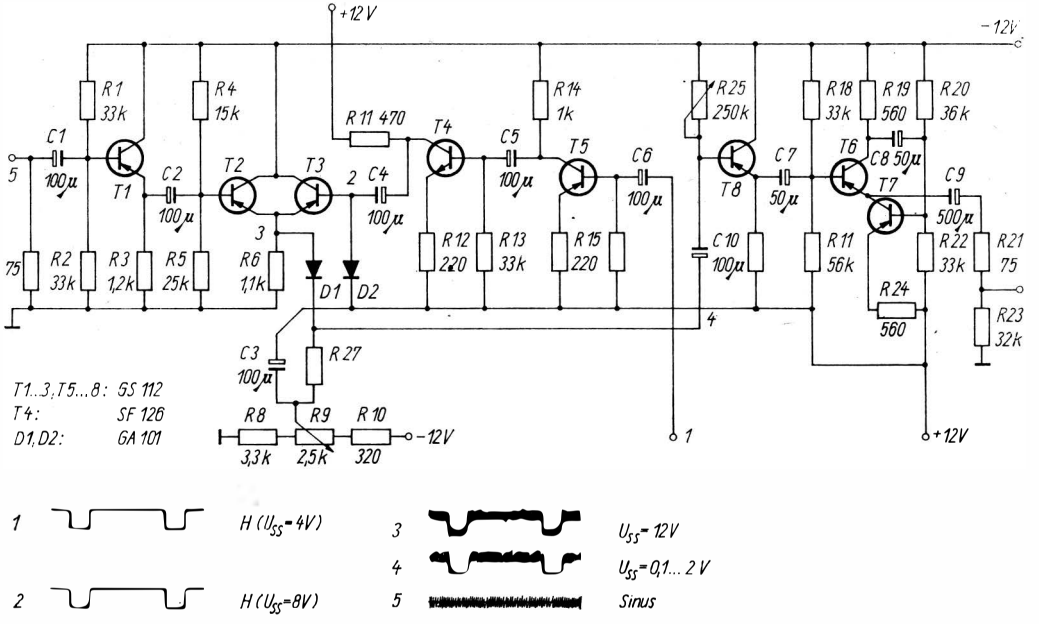


Bild 7.17 BAS-Signalmischer, Eintaststufe (H-Signal in das Meßsignal)

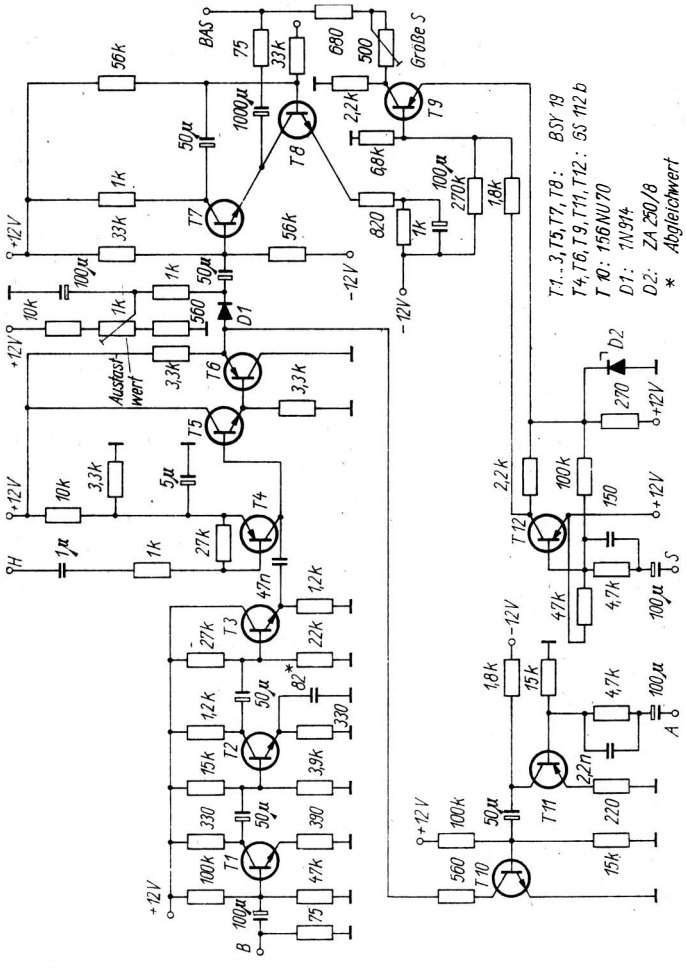


Bild 7.18 Eintaststufe für A und S und Ausgangsimpedanz

Selbstbau möglich. Die Schaltungen nach Bild 7.17 und 7.18 haben sich bewährt und genügen den Anforderungen. Die erforderlichen Normimpulse (S, H, A) mit $U_{ss} = 4$ V bei 75 Ω können

einem Fernsehimpulsgeber entnommen werden. Das Mischsignal (HF-Signal) läßt sich aus einem HF-Generator gewinnen. Der BAS-Mischer besteht aus 2 Baugruppen:

Eintaststufe H-Signal in das Meßsignal (Bild 7.17)

Diese Stufe ermöglicht die Überlagerung der HF-Schwingung mit der Zeilenfrequenz H. Der H-Impuls wird über T4 und T5 geführt und auf 8 V verstärkt. Die Diode D2 dient zur Klemmung. Das HF-Signal (wählbar zwischen 0,1 MHz und 5 MHz) wird über T1 an T2 geführt. In der Mischstufe (Addierstufe) T2, T3 überlagern sich das HF-Signal und der H-Impuls. Die Diode D1 erhält über R8, R9, R10 eine negative Vorspannung, die die Überlagerung des HF-Signals im Impuls H unterdrückt. Mit R9 läßt sich die Vorspannung und damit die Signalamplitude zwischen 0,1 V und 2 V verändern.

Eintaststufe für A und S und Ausgangsimpedanzwandler (Bild 7.18)

Mit dem Ausgangssignal der H-Eintaststufe wird ein vollständiges, normgerechtes Videosignal aufgebaut. Dazu werden noch die A- und S-Impulse zugesetzt. An T1 liegt das Ausgangssignal der H-Eintaststufe an. Der H-Impuls wird an die Basis von T4, der A-Impuls an T11 und der S-Impuls an T12 geführt. Die Verstärkerstufe T1 und T2 verstärkt das Signal. Mit C3 kann man den Frequenzgang abgleichen. T3 transformiert die Impedanz, um das B-Signal niederohmig zu der Klemmstufe mit dem Transistor T4 führen zu können. Mit dem H-Impuls wird das für die Austastimpulse notwendige Bezugssignal erzeugt. Auf diesem werden am Emitter von T6 die Austastimpulse zugesetzt. Die Diode D1 bringt den Austastpegel auf den Normwert. T7, T8 passen die Impedanz auf 75 Ω an. Die S-Impulse werden über T9 zugesetzt. Mit dem Regler 500 Ω am Kollektor von T9 läßt sich der S-Impuls normgerecht einstellen.

Diese Schaltung ist universell anwendbar. Es können beliebige über H aufgebaute B-Signale angeschlossen werden. Als Beispiel soll ein zwischen Schwarz und Weiß einstellbares B-Signal beschrieben werden (Bild 7.19). Der H-Impuls liegt über dem Eingangsspannungsteiler R1, R2 an der Basis von T1. Mit dem Regler im Emitterkreis des Impedanzwandlers läßt sich der gewünschte Bildpegel einstellen. Der nachfolgende Impedanzwandler stellt den normgerechten 75-Ω-Ausgang für die Schaltung (Bild 7.18) bereit.

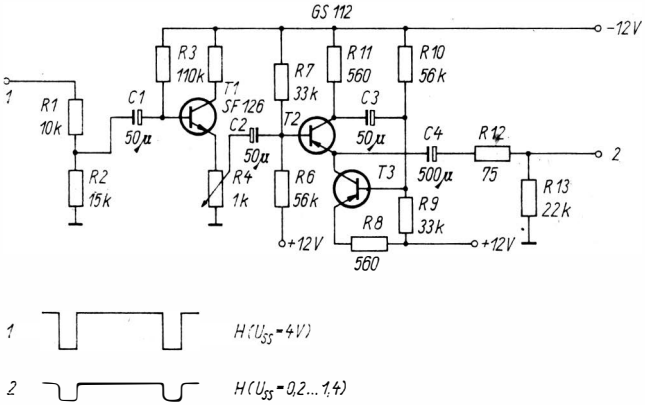


Bild 7.19 Aufbau eines zwischen Schwarz und Weiß einstellbaren B-Signals mit dem H-Impuls

7.3. Bedienungshinweise

Kassettenfernsehbandgeräte sind einfach und problemlos zu bedienen. Durch Bild- und Tonaussteuerungsautomatiken sind darüber hinaus optimale Bedingungen bei Aufnahme gewährleistet. Da die Entwicklung im Weltmaßstab noch nicht beendet ist, wird hinsichtlich der Speicherzeit, des Bedienungskomforts und der Qualitätsparameter noch einiges zu erwarten sein. Da diese Geräte eine Einheit aus empfindlicher und komplizierter Mechanik und Elektronik sind, darf die Pflege und Reinigung nicht vernachlässigt werden. Dabei sind die Hinweise der Hersteller zu studieren und die Anweisungen einzuhalten. Bei einigen Herstellern (z. B. *Philips*) gehört ein Reinigungsset zum Lieferumfang. Es besteht aus geeigneten Schraubendrehern, einem Ledertuch, einer kleinen Flasche Reinigungsmittel (meist Spiritus) und Reinigungswerkzeugen für die Bandführungen. Mit diesen Hilfsmitteln können die wesentlichen Arbeiten ausgeführt werden.

Folgende Bauteile sollen nach einer bestimmten Betriebszeit gereinigt werden:

- Kopfspiegelfläche vom Ton-Synchron-Kopf und vom Löschkopf;
- Kapstanantrieb (Tonwelle und Gummirolle);
- Bandführungsstifte und Bandkantenführung;
- sonstige Bandführungen und Kontaktflächen.

Dabei wird das Lederläppchen mit der Reinigungslösung angefeuchtet, und dann werden die entsprechenden Teile vorsichtig gereinigt. Die Reinigung des linken dickeren Bandführungsstifts bei VCR-Geräten läßt sich am besten mit dem *Philips*-Spezialwerkzeug (über den Stift schieben und mehrere Male drehen) durchführen. Dazu kann auch der Lederlappen verwendet werden. Über die Häufigkeit der durchzuführenden Reinigung geben die Hersteller Hinweise.

In der Praxis spielen das Videoband im Gerätesystem und besonders die äußeren Umweltbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte, Luftverschmutzung) eine große Rolle. Dabei sind beim magnetischen Videosystem extreme Umweltbedingungen, vor allem hohe Luftverschmutzungen und hohe Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit hohen Temperaturen zu vermeiden. Bei schnellem Klimawechsel von kälteren in wärmere Räume kann es zur Kondenswasserbildung kommen, die die Funktionstüchtigkeit des Systems einschränken und sogar bis zur Funktionsuntüchtigkeit führen kann (Hafterscheinungen des Bandes an der Kopfscheibe bzw. Kopftrommel, Zusetzen der Videomagnetköpfe). Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, eine normale Reinigung nach 20 bis 50 Betriebsstunden durchzuführen. Nach 200 Betriebsstunden sollte dann zusätzlich die Videokopftrommel, bei VCR-Geräten die Nuten in der oberen Kopftrommelhälfte gereinigt werden. Vor einer Reinigung der Videomagnetköpfe muß gewarnt werden, da geringe seitliche Kräfte zum Abbrechen und damit zur Zerstörung führen können. Videomagnetköpfe sind sehr hart und spröde, außerdem auch sehr teuer. Eine Reinigung kann nur durch den eingewiesenen Fachmann ausgeführt werden, der jede seitliche Beanspruchung des Videokopfs vermeidet. Der Fachmann wird also den Reinigungsvorgang nur in Laufrichtung des Kopfes ausführen und den getränkten Lederlappen mit nur geringer Kraft andrücken. Sollte keine Videoaufzeichnung möglich sein, obwohl am Videokopf das TF-Signal mit vorgeschriebener Amplitude anliegt, bzw. sollte keine Wiedergabe im Videokanal mit einer einwandfreien Aufnahme möglich sein, obwohl der Wiedergabekanal im elektronischen Teil in Ordnung ist, so kann man auf einen Kopffehler oder auf eine Kopfverschmutzung schließen. Läßt sich visuell keine Kopfbeschädigung feststellen, dann wird der Fachmann die Videoköpfe reinigen.

Geräte- und Bandhersteller geben in ihren technischen Daten die

Umweltparameter (Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbereich, Staubgehalt, Einfluß der direkten Sonneneinstrahlung usw.) an. Diese resultieren auch aus den Präzisionsbedingungen des Systems, z. B. der Spurbreite (130 μm beim VCR-Verfahren, 32 μm(!) beim Betamax-Verfahren), der Spurlänge für eine Halbbildaufzeichnung (165 mm beim VCR-Verfahren, 120 mm beim Betamax-Verfahren), der Spurlänge für eine Fernsehzeile (0,5 mm beim VCR-Verfahren, 0,37 mm beim Betamax-Verfahren), der kleinsten aufgezeichneten Wellenlänge (bis 1 μm) und den damit verbundenen Signalverlusten (Abschnitt 1.) usw.

Die Herstellerangaben sind also sehr ernst zu nehmen. Für die *ORWO*-Videobandtypen *640* und *641* werden folgende Hinweise gegeben:

Vermeidung von Verschmutzungen

Zur Gewährleistung einer hohen Lebensdauer der Videomagnetbänder sollte der Raum, in dem die Videorecorder betrieben werden, so weit wie möglich staubfrei sein. Es wird empfohlen, das Rauchen und Essen in diesem Raum zu unterlassen. Ebenfalls wünschenswert ist es, in diesem Raum keine Vorräte und Abfälle von Papier und Pappe aufzubewahren, da sie feinste Fasern in die Luft abgeben.

Handhabung

Das Videomagnetband sollte bei der Benutzung möglichst wenig mit den Händen angefaßt werden. Fingerabdrücke auf der Bandoberfläche bilden Ablagerungsstellen für Staub und Schmutz. Bei häufigem Bandeinlegen, wobei das Band oft mit den Fingern berührt wird, sind weiße baumwollene Handschuhe zu tragen.

Reinigung der Videorecorder

Trotz der hervorragenden Abriebfestigkeit des Videobands Typ *640*/Typ *641* ist es unvermeidlich, daß mit der Zeit ein — wenn auch minimaler — Abrieb entsteht. Deshalb sind die Bandführungselemente, die Bandlauffläche der Kopftrommel und die Videoköpfe des Recorders ständig auf Verschmutzungen zu überprüfen und nach Möglichkeit vor jedem neuen Auflegen eines Videobands mit einem weichen Lederlappen zu reinigen.

Bei Verwendung von reinem Alkohol ist eine vollständige Verdunstung abzuwarten, bevor das Band wieder eingelegt wird. Bei der Reinigung, vor allem der Videoköpfe, sind die Hinweise der Gerätehersteller zu beachten.

Schmutz an Videoköpfen und Bandführungsteilen wirkt abrasiv

und schleift die Schicht des Bandes ab. Schmutzreste, die an der Bandoberfläche haften und beim Aufwickeln festkleben, verursachen bei der Wiedergabe Video-Dropouts.

Bandwickel

Der Wickelzug, mit dem ein Videoband auf dem Videorecorder umgewickelt wird, soll möglichst konstant sein.

Ändert sich der Wickelzug, so entstehen Zonen mit lockerem und festem Wickel, die sich gegeneinander verschieben und Falten, Knicke sowie Kratzer verursachen.

Bei einem schlechten Bandwickel können einzelne Bandlagen, die aus dem Wickel hervorstehen, beim Zusammendrücken der Spulenflansche beschädigt werden.

Archivierung und Lagerung

Bedingungen im Aufbewahrungsraum

Bei der Aufbewahrung der Videomagnetbänder werden an die Sauberkeit des Aufbewahrungsraums hohe Anforderungen gestellt. Nach der Benutzung sind die Videobänder in dem zugehörigen Folienbeutel zu verwahren und bei längerer Lagerung im Plastcontainer bzw. in der Behelfsverpackung zu lagern. Extrem hohe Temperaturen und Luftfeuchtigkeit sollten vermieden werden.

Archivierung

Die Videomagnetbänder soll man in der Originalverpackung senkrecht ablegen. Nach waagerechter Lagerung kann sich der Bandwickel zum Spulenflansch hin verschieben und beschädigt werden. Der Bandwickel soll fest sein, aber noch genügende Elastizität aufweisen.

Nach längerer Archivierung sind die Videobänder vor einer erneuten Verwendung auf dem Videorecorder zunächst in kontinuierlichem Lauf einmal umzuwickeln.

Verpackung

Soll ein Videomagnetband transportiert werden, so muß es zum Schutz vor Beschädigungen in der Originalverpackung verbleiben. Die Verpackungselemente sind so gestaltet, daß sich die Spulenflansche nicht verbiegen können und auch beim Transport keine Beschädigungen des Bandes eintreten können. Die Bandenden sind mit den beigegebenen Hilfen gut zu befestigen.

Magnetische Einflüsse

Um ein zufälliges Löschen der Videomagnetbänder zu vermeiden,

dürfen sie während des Transports nicht in die unmittelbare Nähe magnetischer Streufelder mit Feldstärken über 5000 A/m (z. B. Transformatoren, Generatoren, Motoren) gebracht werden. Diese Feldstärken treten nur im Inneren dieser Geräte auf. Da die Feldstärke proportional mit dem Quadrat des Abstands abnimmt, sind meist keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen beim Transport notwendig. Ein ausreichender Abstand von 10 cm kann schon durch die Verpackung erreicht werden.

Klimatische Bedingungen bei Betrieb, Transport und Lagerung

Betriebsbedingungen	
Temperatur im Recorder	15 bis 50 °C
relative Luftfeuchtigkeit	45 bis 75%
Transport- und Lagerungsbedingungen	
Temperatur	4 bis 50 °C
relative Luftfeuchtigkeit	20 bis 75%

Beim Chromdioxidband sollten bei Lagerung und Transport die gleichzeitige Einwirkung von hoher Luftfeuchtigkeit über 75% und hohen Temperaturen über 50 °C vermieden werden oder nur kurzzeitig auftreten. Der Temperaturgradient darf nicht größer als 5 °C/h sein. Diese Einschränkungen resultieren aus dem Verhalten des Chromdioxids gegenüber Verbindungen mit aktiven Wasserstoffatomen. Schnelle Temperaturwechsel, die zur Kondensation von Feuchtigkeit führen können, müssen ebenfalls unterbleiben.

War ein Videomagnetband dennoch hohen Temperaturen und hohen relativen Feuchtigkeitswerten ausgesetzt, muß es vor Benutzung zunächst 24 Std. unter Betriebsbedingungen gelagert und dann auf dem Videorecorder zunächst einmal im kontinuierlichen Lauf gewickelt werden.

Die wichtigsten Grundwerte sind auch in Standards bzw. Standardempfehlungen enthalten. Für die Amateur-Fernsehbandgeräte sind in der DDR und im RGW folgende Betriebsbedingungen festgelegt:

Temperaturbereich	15 bis 30 °C
relative Luftfeuchte	30 bis 70%

Eine in der Spulen-Magnetbandtechnik oft geübte Praxis des Schneidens und Klebens der Bänder ist für die Amateur-Videotechnik nicht zu empfehlen. Durch die Schnittstellen kann der Videokopf sehr leicht beschädigt werden. An der Klebstelle kann durch Dehnung eine Fuge entstehen, in der sich dann neben

Klebeschichtresten auch Schmutz ansammelt, der zum Zusetzen der Videoköpfe führt. Hier bietet sich nur der elektronische Schnitt bei der Eigenproduktion von Programmen an. Für professionelle Anwender gibt es daher Fernsehbandgeräte mit elektronischer Schneidemöglichkeit. Diese Geräte sind aber sehr teuer. Einige Hersteller (*Kasprzakwerk Warschau, Philips, Grundig*) haben daher auch VCR-Fernsehbandgeräte mit der Möglichkeit des elektronischen Schneidens in ihrem Angebot. Bekannt sind die Typen *VCR N 1520* (*Philips*), *MTV 30* (*Kasprzakwerk Warschau*) und *VCR 601* (*Grundig*). Diese Geräte werden aber bereits als professionelle bezeichnet und sind nicht für andere Anwendungen vorgesehen. Auf der Videokopfscheibe befinden sich neben den Aufnahme-Wiedergabe-Köpfen zusätzlich Löschköpfe, die eine definierte Videospurlöschung erlauben. Für den elektronischen Schnitt gibt es die Betriebsarten „Insert" und „Assemble".

— Insert:

Der Insert-Schnitt ermöglicht das störungsfreie Einsetzen neuer Szenen in ein bespieltes Band. Dabei wird nur die Video- und/oder Audioinformation gelöscht. Die Steuerspur bleibt erhalten.

— Assemble:

Hier lassen sich Bildabschnitte lückenlos aneinanderreihen. Es werden Video- und Audioinformationen sowie die Steuerspur aufgezeichnet.

Im Gegensatz zur Filmtechnik, in der für die Schnittbearbeitung der Film zwischen 2 Bildern durchgeschnitten und die Schnittstellen dann mit Klebeband und einer Klebepresse zusammengefügt werden, ist die Ausführung eines mechanisch einwandfreien Schnittes beim Videoband kaum möglich. Um kurzzeitige Bildstörungen an der Schnittstelle auszuschließen, müßte der Schnitt in Spurrichtung zwischen 2 Spuren geschehen, d. h. mit einer Präzision, die durch die Spurlänge, den Spurwinkel (VCR-System 3,5°) und den Spurabstand (57 μm) vorgegeben ist.

Beim Arbeiten mit normalen VCR-Geräten als Signalgeber und einem VCR-Gerät mit elektronischer Schneidemöglichkeit hat sich gezeigt, daß dennoch Probleme in der Synchronisation auftraten. Bei der Arbeit mit zeitlich stabilen Videosignalen, wie sie vom Fernsehempfänger, vom elektronischen Testbildgeber und von der Fernsehkamera angeboten werden, gibt es keine Probleme. Werden zum elektronischen Schneiden kleiner Programme normale VCR-Fernsehbandgeräte verwendet, so ist durch die „Hoch-

laufzeit" der Videokopfscheibe und des Bandtransports immer mit Bildstörungen in der Übergangsphase zwischen den Teilaufzeichnungen zu rechnen.

Fernsehbandgeräte, die nach dem Schrägspurverfahren mit Halbbildaufzeichnung je Spur arbeiten, gestatten vielfach den „slow motion"- und Standbildbetrieb. Die erreichbare zeitliche Auflösung ist durch die Halbbildfrequenz 25 Hz gegeben.

Bei der Standbildwiedergabe wird eine Spur mehrfach abgetastet. Es wird die Information eines Halbbildes gezeigt. Das bedeutet eine verringerte Auflösung in vertikaler Richtung. Durch das Anhalten des Bandes verändert sich die Relativgeschwindigkeit zwischen Band und Videokopf um den Betrag der Bandtransportgeschwindigkeit. Sie verringert sich, wenn Bandtransport und Videokopf in entgegengesetzten Richtungen arbeiten, bzw. sie erhöht sich, wenn beide im normalen Aufnahmebetrieb gleich gerichtet sind. Dadurch verändert sich auch der Neigungswinkel der Spurabtastung bei Standbildwiedergabe. Der Videokopf läuft aus der Spur, gleichbedeutend mit einer Verschlechterung der Bildqualität in einzelnen Bildzonen. Bei Fernsehbandgeräten mit Standbildautomatik wird diese systembedingte Störzone zur Austastlücke, also zum Spuranfang hin verschoben. Die Störzone ist damit nicht sichtbar, und man erhält eine einwandfreie Standbildwiedergabe. Ist keine Standbildautomatik vorhanden, so muß die optimale Bildqualität gesucht werden. Bei Spulengeräten wird das Band vorsichtig durch Drehen beider Spulen bis zur optimalen Standbildwiedergabe (△ optimale Spurlage) transportiert. Da bei Kassettengeräten beide Spulen nicht „von Hand" bedient werden können, muß man mehrfach zwischen „Wiedergabe" und „Standbild" umschalten, bis die optimale Bildwiedergabe erreicht ist. Im Standbildbetrieb wird eine Videospur innerhalb 1 min 3000mal abgetastet. Das belastet die Arbeitsschicht des Magnetbands mechanisch sehr stark, so daß man die Standbildwiedergabe nicht über das notwendige Maß ausdehnen sollte. Diese Schichtbelastung wird vom Videoband-Hersteller berücksichtigt. Es werden Standbildfestigkeiten von 10 bis 60 min propagiert. Der tatsächliche erreichbare Wert in der Praxis hängt stark vom Fernsehbandgerätetyp, von der Spurbreite und vom Vorsprung des Videokopfs, von der mechanischen Bandspannung sowie von den Umweltbedingungen wie Temperatur, relative Luftfeuchte und Luftverschmutzung ab. Der augenblickliche

technische Zustand des Fernsehbandgeräts kann ebenfalls einen großen Einfluß haben.

„Slow motion" oder Zeitlupenbetrieb wird durch eine Verringerung der Bandtransportgeschwindigkeit und Mehrfachabtastung jeder Videospur erreicht. Die verlangsamte Bildfolge (besser Halbbildfolge) führt zum Zeitlupeneffekt bzw. bei Abschalten des Bandtransports zum Standbild. Hochwertige Geräte erlauben Zeitlupenbetrieb vorwärts und rückwärts. Als Umkehrung der Zeitlupe gestatten einige Fernsehbandgeräte (z. B. *VTR 1360*, Firma *Sanyo*) die Zeitrafferwiedergabe. Bei der Aufnahme ist die Einzelbildfolge erheblich langsamer als bei der Wiedergabe. Einzelne Bilder werden in größeren Zeitabständen (Reduzierung der Bandtransportgeschwindigkeit) aufgenommen und bei Wiedergabe mit normaler Transportgeschwindigkeit abgespielt. Fernsehbandgeräte mit Zeitlupen- und Zeitrafferbetrieb sind speziell für Sonderanwendungen in der Medizin, im Sport und für die Verkehrsüberwachung entwickelt worden und haben für diese Gebiete eine besondere Bedeutung.

Eine einwandfreie Bildwiedergabe ist nur gewährleistet, wenn die Videoköpfe exakt auf den aufgezeichneten Spuren laufen. Eine Aufzeichnung kann daher nur auf einem Fernsehbandgerätetyp abgespielt werden, auf dem sie auch aufgenommen wurde. Ferner müssen die Videoköpfe und Bandführungen des Aufnahme- und Wiedergabegeräts gleich justiert sein. Für einzelne Systeme gibt es daher Festlegungen, die von allen Herstellern dieses Gerätesystems eingehalten werden müssen. Im VCR-System kann es dennoch zwischen Geräten unterschiedlicher Hersteller bzw. auch eines Herstellers zu Kompatibilitätsproblemen kommen. Ist ein Programmaustausch in Form bespielter Kassetten vorgesehen, so sollte vorher die Kompatibilität der zum Einsatz kommenden Geräte geprüft werden. Ebenso ist nach Reparaturarbeiten oder nach längerer Betriebszeit des Bandgeräts mit einer Bezugskassette die Kompatibilität zu prüfen.

Bei ordnungsgemäßer Handhabung haben die Videobänder eine hohe Lebensdauer. Die Lebensdauer oder Verschleißfestigkeit wird in einem Dauertest geprüft. Die Angaben der Hersteller liegen im Bereich von 200 bis 1000 Betriebsdurchläufen, wobei ähnlich wie bei der Standbildwiedergabe die Eigenschaften des Fernsehbandgeräts und die Handhabung den erreichbaren Wert beein-

flussen. Die in der Praxis erzielten Werte können sich daher von den Herstellerangaben unterscheiden.

Um eine hohe Lebensdauer zu erreichen, empfiehlt sich die Einhaltung folgender Bedingungen:

— Das Band soll möglichst nicht mit der Hand berührt werden (bei Kassetten ist das Band geschützt).
— Nach der Aufnahme bzw. Wiedergabe ist das Band nur mit gutem Wickelspiegel ohne mechanische Spannungen im Wickel zu lagern. Gegebenenfalls ist das Band nochmals umzuwickeln.
— Das Band sollte nur in der Originalverpackung gelagert werden. Mechanische Verspannungen der Spulenflansche sind zu vermeiden.
— Es sind die empfohlenen Umweltbedingungen einzuhalten. Optimal sind eng tolerierte Umweltbedingungen (Normalklima).
— Vor Wiederbenutzung des Bandes empfiehlt sich ein schneller Vor- und Rücklauf, um etwaige Bandverspannungen abzubauen.
— Ist eine längere Lagerung vorgesehen, so sollte das Band nach regelmäßigen Zeitabständen (etwa 4 bis 6 Monate) umgewickelt und abgespielt werden.
— Zur Bandendenbefestigung dürfen keine normalen Klebebänder (z. B. Prenaband) verwendet werden, da Klebemittelreste zu Schmutzablagerungen und zur Beschädigung des Fernsehbandgeräts führen können.
— Die Bandspule (bzw. Kassette) dient zum Transport und Schutz des Bandes. Sie ist entsprechend vorsichtig zu handhaben. Die Spule sollte daher immer an der Nabe angefaßt werden, da diese der stabilste Teil der Spule ist. Die Spulenflansche sollen die Bandkanten schützen und nicht das Band führen. Eine Spule sollte man niemals an den Flanschen tragen.
— Die Spule (auch Aufwickelspule) und das Fernsehbandgerät sollten sehr sauber gehalten werden.

8. Standards, Standardempfehlungen

TGL 15 552	„Magnetbänder und Magnetfilme für die Speicherung von Tonsignalen“
TGL 25 261	„Magnetische Messungen an magnetischen Oxidpulvern, Magnetbändern und Magnetfilmen“
TGL 26 437	„Spule für Videoband“
TGL 25 403	„Magnetbänder für die Videosignalspeicherung nach dem Schrägspurverfahren (Entwurf)“
TGL 36 620	„Magnetische Fernsehsignalaufzeichnung; Querspur-Fernsehbandgeräte für den Fernsehfunk; Meßverfahren für die Hauptparameter des Videokanals (Entwurf)“
TGL 34 642-01, 02	„Elektronische Heimgeräte; Heim-Bildbandgeräte mit Spulen nach dem Schrägspurverfahren (Entwurf)“
TGL 34 642-03, 04	„Heimelektronik, Heim-Bildbandgeräte mit Kassetten nach dem Schrägspurverfahren (Entwurf)“
TGL 0-4762	„Erfassung der Gestaltabweichungen 3. bis 5. Ordnung (Rauheit) an Oberflächen an Hand von Oberflächenschnitten“
TGL 200-7001	„Magnetische Signalspeicherung — Begriffe“
TGL 200-7756	„Schallspeichergeräte, Messung von Tonhöhenschwankungen“
RS 4824-74	„Spule zur Aufwicklung von 12,7 mm breitem Videoband“
RS 5358-75	„Spulen-Bildheimbandgeräte mit Schrägrotationsverfahren, Hauptparameter, Technische Forderungen“
RS 5359-75	„Spulen-Bildheimbandgeräte mit Schrägrotationsverfahren, Hauptpa-

	rameter, Meß- und Prüfmethoden“
RS 5364-75	„Kassetten für Videobandgeräte mit Schrägspuraufzeichnung, Technische Forderungen, Abmessungen“
RS 5667-76	„Steckverbinder und deren Anschlußbeschaltung für das Zusammenwirken von Fernsehempfänger und Bildbandgerät“
RS 5668-76	„Kassetten-Bildheimgeräte, Hauptparameter, Technische Bedingungen“
RS 5363-75	„Magnetköpfe für Bildbandgeräte mit Schrägrotationsverfahren; Hauptparameter, Meß- und Prüfverfahren“
St-RGW-	„Magnetbänder für die Aufzeichnung von Tonsignalen, Bestimmung der elektroakustischen Kennwerte“
IEC-Publication 347	„Querspur-Videospeichergeräte“
IEC-Publication 511	„Video-Kassetten-System nach dem Schrägrotationsverfahren mit Magnetband von $^1/_2$ Zoll (12,70 mm) Breite (50 Hz, 625 Zeilen)
IEC-Publication 50 (806)	„International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 806: Recording and reproduction of Sound and Video“
DIN 45 481	„Videoband 12 und 25 (Entwurf)“
DIN 45 060	„Fernsehtechnik-Begriffe“
DIN 45 507	„Meßgerät für Frequenzschwankungen bei Schallspeichergeräten“

9. Literaturverzeichnis

Winkel: Technik der Magnetspeicher; Springer Verlag, 1960
Scholz: Magnetbandspeichertechnik; VEB Verlag Technik, Berlin 1969
Altrichter, Boden, Lehmann, Völz: Grundlagen der magnetischen Signalspeicherung, Band III; Akademie-Verlag, Berlin 1972
Kauzmann: Magnetische Bildaufzeichnung; Telekosmos-Verlag Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1965
Vrijer: Modulation; Philips technische Rundschau, 36. Jahrgang 1976/77, Nr. 11/12 S. 339—341, S. 348—350
Brosch, Habermann: Möglichkeiten der Speicherung von Farbbildern zur Programmproduktion; RT-Mitteilungen, Band 11 (67), H. 1, S. 21—32
Schlesier: Secam-Farbfernsehempfang; VEB Verlag Technik, Berlin 1972
Dillenburger: Fernseh-Meßtechnik; Fachverlag Schiele und Schön GmbH, Berlin 1960
Dillenburger: Einführung in die Fernsehtechnik, Band 2; Fachverlag Schiele und Schön GmbH, Berlin 1969
Fix, Habermann: Beitrag zur Frage des Störabstandes bei der magnetischen Bildaufzeichnung; Rundfunktechnische Mitteilungen, Jahrgang 7, 1963
Grünwald: Über die Störempfindlichkeit von Nachlaufsynchronisierschaltungen in Fernsehempfängern; NTZ, 1963, H. 7, S. 368 bis 378
Heinrich, Ludwig: Fachkunde für Funkmechaniker, Teil Fernsehen; VEB Verlag Technik, Berlin 1967
Räbiger: Der professionelle Videorecorder VCR 601; Grundig, Technische Informationen 2/78, S. 95—113
Mierzejewski: Video Tape Recorder Type MTV 10; Elektronic Equipment 2 (22), april-june 1973, Unitra ZRK, Zaklady Radiowe Kasprzaka Warszawa — Poland
Bahr: Magnetische Aufzeichnung von Farb-Videosignalen; Philips Fachbücher, Hamburg 1972
Serviceunterlagen SECAM Farbtestbildgeber TR 089/12 der Firma Hiradastechnika Budapest

Serviceunterlagen HF-Breitbandgenerator BM 492 der Firma Tesla
Serviceunterlagen Rauschpegelmesser UPSF 120312 der Firma Rhode & Schwarz
Serviceunterlagen Zwei-Kanal-Oszillograph EO 203 des VEB Radio und Fernsehen Karl-Marx-Stadt
Schaltungsunterlagen für BAS-Mischer
Geräte-Handbuch des VEB Meßelektronik Berlin STV 301
Serviceunterlagen Chromat 1060 des VEB Fernsehgerätewerkes Staßfurt
Kassettenvideomagnetbandgerät für Farbfernsehen MTV 20 Radiowerke Kasprzak, Warschau
Serviceunterlagen Videorecorder VCR N 1500 Philips
Heinrich, Gerhard: Videorecorder-Service-Handbuch; Franzis-Verlag München
Bedienungsanleitung für Monitor FME 3371 der Firma Nordmende
radio-fernsehen-elektronik; H. 4/78, S. 256; H. 12/77, S. 407; H. 13/77, S. 423
Siemens Schaltbeispiele; Ausgabe 76/77; S. 37, 40, 50, 52
Overheidt: Videorecorder, Technik und Anwendung; Vulkan-Verlag Essen
Sugaya: Newly developed hot pressed Ferrite Head; published in IEEE Trans. on Magnetics, INTERMAG Special Issue, Sept. 1968 (Matsuhita Electronic Industrial Co., Ltd.)
„SVR"-Videoaufzeichnungsverfahren mit 4 Stunden Aufzeichnungsdauer; Fernseh- und Kinotechnik, 5/1978, S. 170
Thiele: Stand des Hardware-Angebotes audiovisueller Speichermedien — Trendanalyse und Ausblick; Fernseh- und Kinotechnik, 5/1978, S. 171—176
VCR-Longplay — eine neue Generation von Video-Cassettenrecordern; Fernseh- und Kinotechnik, 6/1977, S. 222—223
Video-Cassetten; radio mentor electronic, 2/1978, S. 58—67
70-μm-Spalt für 51-μm-Spur; radio mentor electronic, 1978
Schneider, Schultze, Stopperka: Magnetische Videoaufzeichnung; Bild und Ton, 3/1978, S. 69—74
Die Entwicklung der Video-Kassettenrecorder, 2. Teil; Funkschau, 12/1978, S. 566—570
Prospekte der Firma Nordmende, Sanyo, IVC, Philips, Grundig, Sony, Akai, Scotch, BASF, Fuji

Prospekte der Kasprzakwerke Warschau, PO Elektronika Woronesh, Lomo Leningrad, Positron Leningrad, P.O. „W. I. Lenin" LWOW, VEB MBF Dessau
radio-fernsehen-elektronik, 24 (1975), 23, S. 762 u. 763
Sadatoshi, Itho, Yokohama: Magnetköpfe mit Einkristall-Ferritkern für Videorecorder in Japan; radio mentor electronic, 6/1972, S. 279—283
Ein neues Super-Videoband; Funkschau, 15/1977, S. 673
Neues Super-Videoband, Bild und Ton, 3/1978, S. 67
Mayer, Holoch, Möll: Farbfernsehsignal-Aufzeichnung nach dem FAM-Verfahren mit einfachen Magnetbandgeräten; Rundfunktechnische Mitteilungen, 13 (1969), H. 4, S. 159—169